

Ing. Giovanni Carena - Progettazioni idrauliche

Via Casa Scopelli 4/A 15050 Carbonara Scrivia (AL)

Tel/fax: 0131 892955 / 335 6070937 e-mail: giovanni.carena@gmail.com

COMUNE DI CAMBIANO

PROVINCIA DI TORINO

**RILIEVI E STUDI DI CARATTERE IDROLOGICO – IDRAULICO
per la redazione degli elaborati geologici a supporto della**

VARIANTE DEL P.R.G.C.

02	28 nov. 2010	REVISIONE GENERALE	G. CARENA
01	Marzo 2003	REVISIONE GENERALE	G. CARENA
00	Febbraio 2003	EMISSIONE	G.CARENA
REVISIONE	DATA	MODIFICHE	REDAZIONE

RELAZIONE	1
------------------	----------

Sommario

1. PREMESSA	4
1.1. Tavole allegate.....	6
2. RETICOLO IDROGRAFICO.....	8
2.1. Limiti del territorio comunale	8
2.2. Morfologia.....	8
2.3. Reticolo idrografico principale.....	9
2.3.1. Rio Vajors	9
2.3.2. Rio Tepice	10
2.3.3. Torrente Banna.....	11
2.3.4. Rio S. Pietro	12
2.4. Reticolo idrografico secondario	12
2.4.1. Fosso Rura	12
2.4.2. Rio Temo	13
2.4.3. Linee di scolo sottese dalla fognatura	13
2.5. Demanialità degli alvei	13
2.6. Attuale tendenza evolutiva degli alvei	14
2.7. Tratti tombati.....	14
2.8. Argini	15
2.9. Alvei artificiali.....	15
2.10. Alvei abbandonati o atrofizzati	16
3. INDAGINE IDROLOGICA.....	17
3.1. Precipitazioni intense	18
3.1.1. Parametri stazioni pluviometriche PAI	18
3.1.2. Formule di regionalizzazione “SP1”	18
3.1.3. Parametri della regionalizzazione PAI	19
3.1.4. Confronto fra le diverse curve.....	19
3.1.5. Curve di progetto adottate per $t_p \geq 1$ ora	20
3.1.6. Curve di progetto per $t_p < 1$ ora	20
3.2. Volume di pioggia.....	20
3.3. Tempi di corrivazione	21
3.4. Caratteristiche dei terreni, copertura e coefficienti di deflusso	25

3.5. Portate di piena al colmo	26
4. INDAGINE IDRAULICA	28
4.1. Rio Vajors e rio Tepice.....	28
4.1.1. Rio Vajors – esame dei risultati	30
4.1.2. Rio Tepice – esame dei risultati.....	31
4.2. Rio San Pietro	34
4.3. Fosso Rura	36
4.3.1. Tratto A	36
4.3.2. Tratto B.....	37
4.3.3. Tratto C.....	39
4.3.4. Tratto D	40
4.3.5. Tratto E.....	40
4.3.6. Conclusioni sul fosso Rura	41
4.4. Rio Temo	41
4.4.1. Rio Temo a monte di via Martiri della Libertà.	41
4.4.2. Rio Temo nel tratto intubato fino a via Carnia – via Bussolette	43
4.4.3. Rio Temo nel tratto intubato da via Carnia alla S.R. 29.....	44
4.4.4. Deflussi lungo via Bussolette – via Irpinia – Via Einaudi.....	48
4.4.5. Attraversamento della S.R. 29.....	50
4.4.6. Attraversamento della ferrovia TO – PC	50
4.4.7. Rio Temo a valle della ferrovia.....	53
4.5. Linee di scolo sottese dalla fognatura	54
4.6. Confronto con le carte di sintesi prodotte dai Comuni confinanti	55
5. SINTESI DEI RISULTATI E DELIMITAZIONE DELLE AREE POTENZIALMENTE ESONDABILI	56
5.1. Rio Vajors	56
5.2. Rio Tepice.....	57
5.3. Rio S. Pietro	58
5.4. Fosso Rura.....	58
5.5. Rio Temo	60
5.6. Strada Borgna.....	61
5.7. Linee di scolo sottese dalla fognatura	61
6. POSSIBILI INTERVENTI	62

6.1. Ponti o tombini stradali insufficienti.....	62
6.2. Tratti di alveo intubati con sezioni insufficienti.....	63
6.3. Manufatti idraulici in disuso	64
6.4. Insufficienza della fognatura bianca	64

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Idrologia – tabelle di calcolo

ALLEGATO 2 – Idraulica – risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras

1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono illustrati gli studi di carattere idrologico – idraulico che sono stati eseguiti per fornire al Geologo incaricato dal Comune di Cambiano le informazioni necessarie per elaborare le seguenti carte tematiche¹:

TAV. 4/AT CARTA GEOMORFOLOGICA, DEI DISSESTI IDROGEOLOGICI, DELLA DINAMICA FLUVIALE E DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE

TAV. 3/AT CARTA GEOIDROLOGICA E DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA CENSITE

Per la redazione delle carte tematiche di cui sopra sono necessari, in linea generale, rilievi, studi e ricerche la cui importanza dipende dalla situazione locale, cioè dall'estensione e dalla morfologia del territorio comunale, dall'estensione della rete idrografica, dal grado di antropizzazione e dalla presenza più o meno elevata di situazioni “a rischio”.

In particolare gli studi idraulici sono finalizzati ad individuare e delimitare le aree potenzialmente esondabili, ed a fornire al Geologo gli elementi oggettivi per poter distinguere le aree soggette ad esondazioni ad “alta energia” da quelle interessate da esondazioni a “bassa energia”.

Nel caso specifico, lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

- verifica della disponibilità di elementi utili presso la banca dati della Regione Piemonte;
- acquisizione e studio della cartografia in scala 1:5000 (aerofoto della Provincia di Torino – aggiornamento 2001 - 2003); individuazione del reticolo e dei bacini idrografici;
- sopralluoghi estesi all'intero reticolo idrografico e documentazione fotografica; definizione delle sezioni da rilevare; censimento delle strutture interferenti con la rete idrografica;
- raccolta “in campo” di notizie sugli eventi alluvionali;
- rilievo delle sezioni d'alveo;
- studio idrologico: stima delle portate di piena con tempi di ritorno assegnati;
- studio idraulico: calcolo dei livelli di piena e / o della capacità di portata degli alvei;
- analisi dei risultati e delimitazione delle aree esondabili.

Si precisa che a seguito delle osservazioni della Regione Piemonte (prot. N. 12778/0817 in data 29/3/2010) alla variante strutturale del PRGC vigente, la rev. 01 in data marzo 2003 del presente studio è stata aggiornata ed integrata al fine di ottemperare alle richieste dell'ARPA (lettera prot. N. 5714/2009 del 21/1/2009) e del Settore Decentrato OO.PP. e Difesa Assetto Idrogeologico di Torino (lettera prot. N. 28069 del 14/4/2009).

In particolare, si è proceduto:

¹ Le carte indicate corrispondono, rispettivamente, alla carte tematiche B2 “carta della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore” e B5 “carta delle opere di difesa idraulica censite” previste dalla Circolare 7/LAP per i territori di pianura.

- al rilievo di n. 24 sezioni integrative alle 52 sezioni già rilevate nel 2003, e per queste ultime si è proceduto, dove necessario, all'estensione del rilievo per una porzione significativa del fondovalle;
- al rilievo plano-altimetrico delle aree urbanizzate prossime al fosso Rura ed al tratto intubato del rio Temo;
- all'integrazione dello studio idrologico con le portate di piena per tempi di ritorno (Tr) di 50 e 300 anni;
- alla rielaborazione dei calcoli idraulici che, per i corsi d'acqua principali, sono stati eseguiti, nella presente revisione, utilizzando il modello idraulico HEC-Ras (assegnando le portate di piena con tempi di ritorno $Tr = 5 - 20 - 50 - 100 - 200 - 300 - 500$ anni). L'utilizzo del modello HEC-Ras ha consentito di fornire i risultati in forma anche grafica rappresentando i livelli calcolati sulle sezioni idrauliche;
- all'esecuzione di verifiche idrauliche puntuali per le aree urbanizzate prossime al fosso Rura ed al tratto intubato del rio Temo.

Sono stati inoltre individuati, come richiesto dal Servizio Decentrato OO.PP., gli alvei demaniali e gli alvei con caratteri di artificialità (ad esempio perché deviati rispetto al loro naturale corso nel fondo valle).

È stata aggiunta alle carte già emesse in rev. 01 la Tav. 5 con la sovrapposizione della carta IGM. 1:25.000 (rilievo del 1880 con aggiornamento al 1964) con la base cartografica della Provincia di Torino (aerofoto 2001 - 2003) allo scopo di evidenziare le modificazioni avvenute nella rete idrografica nel corso degli ultimi 40 - 50 anni.

Si precisa che le aree allagabili planimetricate dallo scrivente nella Tav. 2.1 "Corografia dei bacini e dei corsi d'acqua nel territorio comunale - scala 1:5.000" sono quelle interessate dalle acque di piena con i tempi di ritorno specificati nella tavola stessa e non coincidono necessariamente con le aree con livello di intensità / pericolosità EeA - EbA - Ema definite dalla "Legenda geomorfologica regionale"². Queste ultime sono indicate nella specifica carta (Tav. 4/AT di cui sopra) prodotta dal Geologo sulla base dell'interpretazione, in termini di pericolosità / intensità, delle informazioni contenute nella presente relazione e nelle tavole allagate.

²"Legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei P.R.G.C. redatta in conformità alla circolare P.G.R. N. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99"

1.1. Tavole allegate

Quanto descritto nella presente relazione è illustrato nelle tavole sotto elencate:

Tav. 1	Corografia dei bacini principali – scala 1:15.000 (su base C.T.R. 1:10.000, estesa a comprendere l'intero bacino dei rii Vajors – Tepice e l'intero territorio comunale)
Tav.2.1	Corografia dei bacini e dei corsi d'acqua nel territorio comunale – scala 1:5.000 - foglio 1 (su base C.T. Provincia di Torino 1:5.000)
Tav.2.2	Corografia dei bacini e dei corsi d'acqua nel territorio comunale – scala 1:5.000 - foglio 2 (su base C.T. Provincia di Torino 1:5.000)
Tav. 3.1	Sezioni rilevate dei corsi d'acqua - Rio Vajors Sezz. 01 – 20
Tav. 3.2	Sezioni rilevate dei corsi d'acqua - Rio Vajors Sezz. 21 – 29
Tav. 3.3	Sezioni rilevate dei corsi d'acqua - Rio Tepice Sezz. 1 – 12
Tav. 3.4	Sezioni rilevate dei corsi d'acqua - Rio Tepice Sezz. 13 – 28 / Rio Temo / Rio San Pietro
Tav. 3.5	Sezioni rilevate dei corsi d'acqua - Fosso Rura
Tav. 4.1	Profili longitudinali dei corsi d'acqua - Rio Vajors
Tav. 4.2	Profili longitudinali dei corsi d'acqua - Rio Tepice
Tav. 4.3	Profili longitudinali dei corsi d'acqua - Fosso Rura / Rio San Pietro / Rio Temo
Tav. 5	Sovrapposizione degli alvei attuali sulla base cartografica IGM 1 :25000 – aggiornamento 1964

Nelle Tavv. 1 , 2.1 e 2.2 sono individuati, con opportuna simbologia, gli elementi utili per la redazione delle carte geologiche (3/AT e 4/AT) sopra citate, ed, in particolare:

- il reticolo idrografico principale e secondario
- i tratti tombati e le principali linee della fognatura acque meteoriche
- i bacini idrografici
- le sezioni di chiusura dei bacini idrografici
- le portate di piena al colmo calcolate nelle sezioni di chiusura dei bacini per tempo di ritorno $Tr = 5 - 20 - 50 - 100 - 200 - 300 - 500$ anni
- la posizione delle sezioni d'alveo rilevate
- gli attraversamenti stradali / ferroviari (con individuazione degli attraversamenti gravemente insufficienti)
- i guadi
- i manufatti idraulici
- i tratti di alveo insufficienti a contenere le portate di piena
- i tratti tombati con sezione insufficiente
- le aree potenzialmente allagabili
- le possibili linee di deflusso concentrate sul piano stradale
- i limiti delle fasce fluviali del T. Banna quali risultano dalle Tavole del PAI (Tavole 174010 – 020 – 050 – 060).

Si precisa che:

- salvo casi isolati (i ponticelli sul rio Vajors della strada comunale Madonna della Scala – Chieri, e della ferrovia Chieri – Trofarello, ed i ponti sul rio Tepice della linea F.S. Torino – Piacenza e della S.R. 29) gli attraversamenti stradali e ferroviari non hanno il franco minimo richiesto dalle norme vigenti; sono stati evidenziati come sufficienti (indicatore

in colore verde nelle Tavv. 2.1 e 2.2) quelli con franco idraulico³ maggiore o uguale a 1 m per portate di piena con $Tr = 100$ anni e come gravemente insufficienti (indicatore rosso) quelli il cui impalcato interferisce con i livelli idrici corrispondenti a portate di piena con $Tr = 5 - 20$ anni o inferiori; sono stati indicati come insufficienti (indicatore giallo) gli attraversamenti con franco idraulico intermedio rispetto ai due casi precedenti (cioè franco maggiore di zero per $Tr = 20$ anni e $f < 1$ m per $Tr = 100$ anni).

- nelle carte allegate non sono riportate indicazioni sull'energia delle acque di esondazione, né sui tiranti idrici. Informazioni dettagliate al riguardo sono riportate nel Cap. 4 "Indagine idraulica" della presente relazione. In linea generale le aree edificate potenzialmente allagabili sono interessate da acque "a bassa energia" in quanto la modesta pendenza del piano campagna o del piano stradale limita comunque la velocità di deflusso; inoltre, l'ampiezza sulla quale le acque possono disperdersi sul piano campagna o sul piano stradale limita i battenti (salvo casi particolari, segnalati nella relazione) ad altezze dell'non superiori a 30 cm;
- le informazioni riportate nelle carte sono da ritenersi valide nell'ambito del territorio comunale; le aree esondabili indicate al di fuori del territorio comunale sono rappresentate solo a titolo indicativo.

³ Si fa riferimento direttiva dell'Autorità di Bacino del Fiume Po "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" (Allegato alla deliberazione n. 2/99 in data 11 maggio 1999). La direttiva, che definisce i criteri, le prescrizioni e gli indirizzi di natura tecnica sulla base dei quali redigere lo studio idraulico richiesto dal "Piano Stralcio delle Fasce fluviali approvato con D.P.C.M 24 luglio 1998, richiama anche esplicitamente anche il "Piano Stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione" adottato con delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n. 9/1995 e pubblicato nel supplemento straordinario al bollettino della Regione Piemonte n. 32 del 9/8/1995. Il suddetto "Piano stralcio" è noto come PS 45.

In base alle suddette norme, la luce del ponte deve essere dimensionata per garantire il franco f , calcolato per la piena di progetto o di verifica, così definito: $f > 1$ m e comunque non inferiore a $\frac{1}{2} V^2/2g$ dove V è la velocità media della corrente nella sezione di verifica.

Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori: a) per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della fascia B (in pratica: 200 anni); b) per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali non inferiore a 100 anni.

2. RETICOLO IDROGRAFICO

2.1. Limiti del territorio comunale

Il territorio del Comune di Cambiano copre una superficie complessiva di circa 14 km² in una fascia che si estende dal T. Banna a sud (regione denominata “Sicilia”) fino alle ultime propaggini⁴ della collina di Torino (frazione Madonna della Scala a nord del centro abitato).

Si distinguono due regioni distinte che risultano connesse (caso piuttosto insolito) in un solo punto⁵:

- regione nord - est comprendente l'intero centro abitato e la maggior parte del territorio comunale, limitata a sud dal rio Tepice⁶;
- regione sud - ovest (denominata “Sicilia”, totalmente occupata da aree agricole) che è delimitata dal rio Tepice a nord e dal T. Banna a Sud⁷.

Gli alvei del rio Vajors e del rio Tepice (descritti nei paragrafi che seguono) costituiscono il limite fisico per lunghi tratti del confine:

- il confine Est, con Chieri, è stabilito dal corso del rio Vajors fino alla confluenza con il rio Tepice e dal rio Tepice fino alla ferrovia TO - PC;
- il confine Sud, con Santena, coincide, per un ampio tratto, con l'alveo del rio Tepice;
- il confine Nord, con Trofarello, del Comune di Cambiano, regione “Sicilia”, coincide con l'alveo del rio Tepice.

Il rio S. Pietro, al confine con Pecetto, funge da limite solo per un breve tratto (circa 0,7 km), e così pure il T. Banna che invece attraversa tutto il lembo sud della regione “Sicilia”.

2.2. Morfologia

La regione che comprende il centro abitato si estende sulle ultime propaggini della Collina di Torino: nella zona all'estremo nord (frazione Madonna della Scala) le ondulazioni del terreno sono ben marcate fra i fondovalle del rio Vajors (a Est) e del rio San Pietro (a Ovest); qui la quota massima è raggiunta da una collinetta in regione cascina Massarotto (327,4 m s.m.) e la pendenza del fondo valle è dell'ordine di 8 - 9 m/km. I modesti rilievi collinari diventano sempre meno marcati procedendo verso Sud, fino a non essere più distinguibili a valle del centro storico (limite approssimativamente definibile dal tracciato di via Cavour, c.so Lisa, via Bussolette, via Cavalieri di V. Veneto).

Il limite della zona “collinare” verso est può essere fatto coincidere con la S.P. Cambiano - Chieri (vecchio tracciato della S.P., fino a via Cavour).

⁴ L'estensione massima del territorio comunale, da nord (confine con Pecetto e Pino Torinese presso la Cascina Massarotto) a sud (propaggine di territorio in sponda sinistra del T. Banna, al confine con Villastellone, in prossimità della Cascina Broglietta) è di 8,5 km circa.

⁵ Il punto di connessione si individua nel ponticello sul rio Tepice in località Cascina Gamenario.

⁶ Confina con Pino Torinese a Nord, Chieri a Est, Santena a Sud, Trofarello a ovest e Pecetto a nord Ovest.

⁷ Confina con Trofarello a Nord, Santena a Est, Villastellone a sud e Moncalieri a Est.

Come si può osservare nella Tav. 1, il limite fra le ultime propaggini della collina e la pianura può essere fatto coincidere approssimativamente con la curva di livello a quota 250 m s.m. che racchiude a est il fondovalle dei rii Tepice -Vajors e a sud la parte “bassa” dell’abitato, cioè quella sud di via Roma - via Bussolette, sviluppatasi dopo i primi anni ’60.

Il territorio a sud ed a est dei suddetti limiti si sviluppa su un falso piano con pendenza media⁸ dell’ordine di 10 - 20 m/km fino all’alveo dei rii Vajors - Tepice.

La regione “Sicilia” occupa invece il fondovalle del T. Banna e del rio Tepice che in questa zona - prossima alla confluenza con il Po - corrono praticamente paralleli e formano una zona di pianura che si estende dall’asse Santena - Villastellone fino al Po.

L’assetto pianeggiante della vasta area ha favorito, fin da epoche remote, la realizzazione di una rete di canali artificiali che, alimentati dal Banna, solcano la piana (canali dell’Aigota e dei Molini, canale del Taglio). In particolare, il “canale dei Molini”, ora abbandonato, attraversava tutta la regione Sicilia correndo in sponda sinistra del Tepice e, dopo aver attraversato a raso il rio, azionava il Molino della Splua. Da qui proseguiva verso la località Bauducchi dove confluiva nel rio Valle Sauglio. Come già accennato, il canale dei Molini è stato abbandonato da decenni ed il suo alveo esiste solo in alcuni tratti.

2.3. Reticolo idrografico principale

Il reticolo idrografico principale è costituito dal rio Vajors e dal rio Tepice (nel quale il primo confluisce) che corrono lungo i confini est e sud del territorio per una lunghezza complessiva di circa 14 km.

Nel seguito si riporta una descrizione sintetica delle caratteristiche diversi corsi d’acqua; per l’individuazione dei bacini imbriferi si vedano le allegate Tavole 1 - 2.1 - 2.2; per i dati di dettaglio sulle superfici dei bacini, le pendenze medie delle aste, etc., si rimanda alle tabelle dell’Allegato 1 in calce alla presente.

2.3.1. Rio Vajors

Il rio Vajors - che ha origine dalle colline che vanno dal Bric della Croce (716 m s.m.), presso il Colle dell’Eremo, fino all’Osservatorio Astronomico di Pino T.se (622 m s.m.) - drena un bacino collinare di 15,7 km² sviluppandosi per una lunghezza di circa 9,9 km fino alla confluenza nel rio Tepice.

In particolare il Vajors, dopo aver percorso il fondovalle sito fra gli abitati di Pecetto e Pino Torinese, attraversa l’abitato della frazione Madonna della Scala (circa 2 km a nord del centro di Cambiano) e quindi prosegue nella campagna a nordest del Comune correndo in prossimità di alcuni insediamenti isolati (area industriale della Zincatura, Cascina Graitesca, Cascina Talpone).

⁸ La pendenza media in direzione est è di circa 8 m/km, mentre la pendenza media in direzione sud è di circa 20 m/km.

Nell'ampio fondovalle compreso fra il centro abitato di Cambiano e la frazione Mosetti di Chieri, in corrispondenza della strada Mosetti, il rio Vajors riceve le acque del rio Castelvecchio ed infine confluisce nel rio Tepice a poca distanza dalla frazione Mosi di Chieri.

Il rio Vajors è stato utilizzato in passato anche a scopo irriguo e, per tale ragione, nella zona della cascina Graitesca e nel tratto a valle della strada Cambiano – Mosi, scorre lungo un tracciato che non coincide con il fondovalle, ed è, per un breve tratto, arginato. In particolare, la linea di fondovalle nella zona compresa fra la strada Cambiano – Mosi e la strada Cambiano – Mosetti si trova ovest dell'alveo del Vajors, ad una distanza di circa 300 m da questo, e coincide con il tratto terminale del fosso Rura.

Fra le infrastrutture esistenti sul rio Vajors occorre segnalare, oltre ad una serie di ponticelli minori:

- l'attraversamento della S.P. Cambiano - Pino Torinese in località Madonna della Scala;
- l'attraversamento della strada comunale Madonna della Scala – Chieri;
- l'attraversamento della ferrovia Chieri – Trofarello in località Madonna della Scala;
- l'attraversamento della S.P. Cambiano – Chieri nei pressi della cascina Graitesca.

2.3.2. Rio Tepice

Il rio Tepice ha origine in prossimità del Bric Paluc (quota 661 m s.m.) fra Baldissero e Superga, e, dopo aver attraversato l'abitato e la nuova zona industriale di Chieri, percorre il fondovalle pianeggiante scorrendo a breve distanza dalle località Fontaneto, Mosi e Mosetti (frazioni di Chieri). Nei pressi di quest'ultima località riceve, in sponda destra, le acque del rio Vajors, e quindi attraversa la linea ferroviaria Torino – Piacenza.

A valle della ferrovia, dopo il salto dell'ex mulino Alessio, scorre, con un percorso piuttosto irregolare, lungo il confine sud del Comune di Cambiano attraversando la S.R. 29 in località Fabaro.

Da qui prosegue in direzione ovest fino all'area del depuratore comunale (ora gestito da SMAT) e, dopo aver attraversato l'autostrada Torino – Piacenza, e ricevuto le acque del rio Santenassa, continua il suo corso in una zona di aperta campagna (denominata regione "Sicilia"), attraversando la linea ferroviaria Torino – Savona e delimitando il confine fra i territori comunali di Cambiano e Trofarello.

Sbocca nel fiume Po, poco a valle del T. Banna, dopo aver ricevuto le acque del rio Sauglio.

La lunghezza dell'asta del rio Tepice è di circa 16 km dall'origine alla confluenza con il rio Vajors, mentre il tratto successivo, che interessa direttamente il territorio comunale (perlopiù lungo il confine con Chieri – Santena - Trofarello), è lungo circa 7,7 km.

L'area del bacino imbrifero del rio Tepice a valle della confluenza con il rio Vajors è di 42,5 km², mentre l'area del bacino a valle del rio Santenassa è di 50,2 km².

È opportuno sottolineare che il percorso del rio Tepice è stato sicuramente soggetto, in tempi antichi, a modificazioni che ne hanno favorito la funzione irrigua e, per tale ragione, scorre, in alcuni tratti (ad esempio nella zona delle località Mosi e Mosetti), lontano dal fondo valle ed arginato in sponda destra. In particolare, nella zona compresa fra la strada dei Mosi e la

ferrovia TO-PC, la linea del fondo valle coincide, approssimativamente, con il percorso del Vajors⁹ (a monte della confluenza con il Tepice) e, in prossimità della ferrovia, con l'ultimo tratto del fosso Rura.

Lungo il percorso si notano i resti di opere di sbarramento e di presa; in particolare, la presenza di salti di fondo fissi, come quello dell'ex mulino Alessio a valle della linea ferroviaria Torino – Piacenza, ha alterato la naturale livelletta di fondo rendendo pensile l'alveo a monte. Di conseguenza l'alveo è arginato fra la località Mosi ed il suddetto ex-mulino.

La presenza di bassi argini continui¹⁰ è rilevabile anche lungo il tratto in aperta campagna a valle dell'autostrada Torino – Piacenza.

Nel Vajors – Tepice trova recapito la quasi totalità delle acque che interessano l'area del Comune di Cambiano (l'eccezione è costituita dalle acque che scolano verso il rio S. Pietro e che interessano porzioni limitatissime del territorio comunale al confine con Trofarello).

Si segnala, infine, che sul rio Tepice è stato realizzato un bacino di laminazione per proteggere la zona industriale di Chieri situata nella periferia sud della città. Gli effetti che tale bacino può avere nella zona di Cambiano (circa 4 km a valle) non sono noti e pertanto, in questa sede, si è fatto riferimento alle portate di piena "naturali".

2.3.3. Torrente Banna

Pur essendo il maggiore dei corsi d'acqua che interessano il territorio comunale, il Torrente Banna è del tutto marginale in termini di impatto sul centro abitato.

Infatti il T. Banna scorre presso il confine sud della regione "Sicilia" (per un tratto lungo circa 3 km) che, come già detto, è una zona a destinazione esclusivamente agricola lontana 2 km dal centro abitato, praticamente priva di infrastrutture fatta eccezione per la linea ferroviaria Torino – Savona.

A seguito dell'alluvione del 1994 il Torrente Banna è stato oggetto di uno studio promosso dalla Regione Piemonte / Città di Santena per la realizzazione delle opere di sistemazione idrogeologica¹¹ ed ai risultati di tale studio fa riferimento la presente relazione. In particolare viene recepita la delimitazione delle fasce fluviali riportate nelle carte del PAI "Bacino del Torrente Banna – Addendum 1 – Tavole di delimitazione delle fasce fluviali" (TAVV. 174010 – 020 – 050 – 060).

⁹ Il fosso di scolo, nel rio Vajors, dei campi (in Comune di Chieri) che si trovano fra il rio Castelvecchio ed il rio Tepice è, verosimilmente, la traccia dell'originale alveo del rio Tepice.

¹⁰ Si ritiene opportuno sottolineare che gli argini in questione non hanno la funzione di proteggere le zone abitate dagli allagamenti, ma hanno, piuttosto, lo scopo di impedire frequenti esondazioni sui campi coltivati.

¹¹ "Studio, indagine e progettazione preliminare delle opere di sistemazione idrogeologica del Torrente Banna" redatto dagli ingg. Anselmo, Gervasio, Martina e Visconti – 1997.

2.3.4. Rio S. Pietro

Il rio S. Pietro, che corre principalmente in Comune di Trofarello, interessa solo in modo molto marginale l'area del Comune di Cambiano, in un tratto di circa 1,1 km nei pressi della Cascina Benne al confine con Pecetto e Trofarello (nelle mappe catastali il rio è denominato, in questo tratto "rio Croso").

Il rio, che ha origine dal Bric S. Vito, e che raccoglie nella parte alta le acque dell'abitato di Pecetto, percorre un tratto del confine comunale (circa 700 m) fra le località Tetti Ghetto e Cascina Benne, e quindi corre all'interno del territorio comunale per circa 400 m affiancando la ferrovia Chieri - Trofarello a sud della Cascina Benne e dirigendosi, infine, all'interno del territorio comunale di Trofarello.

Le aree attraversate nel Comune di Cambiano sono esclusivamente agricole, mentre gli insediamenti lungo il tratto in oggetto (Borgo S. Martino e cascina Benne) si trovano nel territorio comunale di Trofarello.

2.4. Reticolo idrografico secondario

Agli effetti dello smaltimento delle acque meteoriche del centro abitato, assume importanza il reticolo idrografico secondario che solo in tratti limitati è riconoscibile in superficie.

L'edificazione del centro abitato ha infatti parzialmente cancellato, nel corso degli anni, le tracce dei colatori naturali minori che sono stati sostituiti, a partire dai primi anni '30 del secolo scorso, da tronchi di fognatura.

È comunque possibile individuare i fossi o linee di scolo delle acque qui di seguito descritti.

2.4.1. Fosso Rura

Si tratta di un fosso il cui tracciato è stato adattato nel tempo al percorso delle strade. Raccoglie le acque che scolano nel fondovalle fra la S.P. 121 Cambiano - Pecetto e la S.P. 122 Cambiano - Chieri e poi prosegue fino in via Camporelle dove, intubato per un tratto, riceve le acque provenienti dal centro storico e dalla zona est dell'abitato. Poco a monte della ferrovia Torino Piacenza, il fosso Rura (alveo privato) si immette nel rivo Rura - canale del Molino d'Ovia (sedime demaniale)¹² il quale sbocca nel rio Tepice dopo aver attraversato la ferrovia con un tombino ad arco in muratura. Il bacino drenato dal fosso Rura ha un'area di circa 157 ha.

Le principali infrastrutture viarie attraversate dal fosso Rura sono le seguenti:

- S.P. Cambiano - Pecetto (S.P. 123)
- S.P. Cambiano - Chieri (S.P. 122)
- Via Camporelle
- S.P. variante per Chieri (S.P. 122 variante)

¹² Questo risulta dalle mappe catastali. Occorre precisare che del rivo Rura - canale del Molino d'Ovia è visibile il relitto dell'alveo a valle della strada Cambiano - Mosetti, mentre a monte della stessa strada non risultano più visibili le tracce del rio, né quelle del mulino. Nel seguito, per "fosso Rura" si intende sia il rio con sedime privato che il tratto terminale "rivo Rura" con sedime demaniale.

- Ferrovia Torino - Piacenza

Come già osservato nel par. 2.3.2, il tratto terminale del fosso Rura coincide con il fondovalle del rio Tepice che, in prossimità della linea ferroviaria Torino – Piacenza corre arginato in sponda destra ad una distanza di circa 300 metri dalla linea di fondo valle. In caso di tracimazione dell'argine destro del Tepice, le acque esondate si riversano quindi nel tratto terminale del fosso Rura, e defluiscono attraverso il ponticello del Rura sotto il rilevato ferroviario.

2.4.2. Rio Temo

Il rio Temo è il colatore naturale delle acque che interessano la zona ovest del centro abitato e delle aree attigue non urbanizzate (regione Malmonteia); drena un'area di circa 159 ha a nord della ferrovia Torino - Piacenza. Il corso naturale consiste in un modesto fosso ed è visibile solo a nord di via Martiri della Libertà, mentre il rimanente percorso è stato sostituito, negli anni '70, da tronchi di fognatura. Nel 2000, a seguito di disposizioni date dal Servizio Settore OO.PP. e difesa assetto idrogeologico della Regione Piemonte, l'alveo del rio è stato riaperto – con funzione di scolmatore di piena - nel breve tratto di proprietà demaniale a sud della ferrovia, fino allo sbocco nel rio Tepice.

Il rio temo attraversa, oltre alle vie urbane:

- la S.R. 29 (via Nazionale)
- la ferrovia Torino - Piacenza

Il rio Temo sbocca nel rio Tepice in prossimità dell'impianto di depurazione di via dei Prati.

2.4.3. Linee di scolo sottese dalla fognatura

Lungo le seguenti linee di scolo all'interno dell'area urbanizzata sono realizzati i principali collettori della fognatura comunale:

- a) linea di scolo lungo via De Gasperi: raccoglie le acque della zona nord dell'abitato e le scarica nel fosso Rura per mezzo di un apposito scaricatore;
- b) linea di scolo lungo via Borgarello – via Battisti – via alla Chiesa – via Camporelle: raccoglie le acque della zona Centro – nord dell'abitato (praticamente tutto il centro storico – bacino CN della Tav. 2.1); scarica nel fosso Rura attraverso il collettore di via d'Ovia;
- c) linea di scolo lungo via Lagrange – via Lame: scarica nel rio Tepice le acque della zona Centro – est dell'abitato (bacino CE della Tav. 2.1);
- d) linea di scolo lungo c.so Lisa – via della Stazione: scarica nel collettore Temo le acque della zona Centro – ovest dell'abitato (bacino CO della Tav. 2.1).

2.5. Demanialità degli alvei

In base alle ricerche catastali effettuate, sono demaniali (oltre, ovviamente, al torrente Banna) gli alvei dei seguenti corsi d'acqua:

- il rio Tepice, in tutto il tratto di interesse
- il rio Vajors, in tutto il tratto di interesse

- il rio San Pietro (denominato rio Croso nelle mappe catastali), in tutto il tratto di interesse
- il rio Temo a valle del sedime della ferrovia Torino – Piacenza
- il rivo Rura - canale del Molino d’Ovia dalla derivazione dal rio Tepice¹³ alla confluenza con il fosso Rura

Per i suddetti corsi d’acqua si è verificato che le mappe catastali individuano l’alveo con doppia linea continua e che, pertanto, l’alveo non appartiene alle proprietà confinanti.

Non sono demaniali gli alvei dei seguenti corsi d’acqua minori:

- il fosso Rura fino alla confluenza nel rio Rura – canale del molino d’Ovia
- il rio Temo a monte della linea ferroviaria Torino – Piacenza

Per i suddetti corsi d’acqua minori si è verificato che le mappe catastali individuano l’alveo con linea singola tratteggiata e che, pertanto, l’alveo appartiene alle proprietà confinanti.

2.6. Attuale tendenza evolutiva degli alvei

Per valutare l’attuale tendenza evolutiva degli alvei, è stata eseguita la sovrapposizione fra il percorso attuale (identificato con quello rilevabile dalla cartografia più recente (Tavv. 2.1 e 2.2 – su base cartografica 2001 - 2003) e quello che risulta dalla cartografia IGM in scala 1:25000 che, per il territorio comunale, è aggiornata al 1964.

Nella Tavola 5, in scala 1:15.000, è riprodotta la suddetta sovrapposizione (in azzurro gli alvei dei corsi d’acqua e con tratteggio rosso i tratti tombati).

Considerate le inevitabili imprecisioni¹⁴ delle vecchie carte IGM in relazione ai dettagli di nostro interesse, non risulta che il percorso degli alvei abbia subito, negli ultimi 40 - 50 anni, variazioni di qualche rilievo.

2.7. Tratti tombati

I tratti tombati si trovano sul rio Temo, lungo il fosso Rura e sul rio Tepice in corrispondenza dell’attraversamento della S.R. 29.

La sovrapposizione con la carta IGM 1:25000 (Tavola 5) permette di evidenziare le eventuali modifiche del tracciato nei tratti che sono stati tombati; in particolare, nella carta IGM aggiornata al 1965 sono visibili:

¹³ Si precisa che del rivo Rura – canale del Molino d’Ovia non rimangono tracce sul terreno nel tratto compreso fra il punto di derivazione dal rio Tepice e la strada Cambiano – Mosetti; è visibile nei campi una zona depressa, identificabile con il vecchio tracciato, le cui acque scolano sotto strada Mosetti attraverso un tombino circolare, e da questo proseguono nel vecchio alveo (atrofizzato) del canale.

¹⁴ È sempre bene ricordare che le carte IGM sono nate per impieghi diversi da quelli per cui sono utilizzate in questa sede; inoltre nella Tavola 5 (in scala 1:15000) sono sovrapposti gli elementi “attuali” dedotti dalla cartografia (rilievo aerofoto) 1:5000 della Provincia di Torino, con gli elementi “storici” dedotti dalla cartografia IGM a scala molto maggiore (1:25000).

- l'alveo del rio Temo a nord della ferrovia come si presentava prima che il rio venisse intubato. Si può notare che il tratto intubato coincide, per un tratto, con la traccia di una strada campestre (nel 1965) che ora è via Carnia; l'alveo originale (del quale ora non rimangono tracce, se non in punti particolari) correva a ovest dell'attuale tratto terminale di via Carnia, e quindi proseguiva per circa 100 metri, in direzione est, lungo il lato nord della S.R. 29 prima di sottopassarla proseguendo in direzione della ferrovia;
- l'alveo del fosso Rura nei tratti attualmente tombati in corrispondenza del raccordo stradale con la S.P. Variante per Chieri (zona cimitero), nella zona di via Camporelle e lungo un tratto di strada Mosetti.

Per quanto riguarda il rio Tepice, si segnala il tratto tombato in corrispondenza della rotatoria, realizzata negli anni '90, che è stata sovrapposta al preesistente ponticello di attraversamento della S.R. 29 (via Nazionale).

2.8. Argini

Come già indicato nei paragrafi descrittivi precedenti, sono presenti tratti arginati lungo il rio Vajors, il rio Tepice ed il fosso Rura. Si tratta, in tutti i casi, di argini destinati a regimare i rii per sfruttarne le acque a scopo irriguo, funzione che attualmente – a giudicare dallo stato di abbandono e di dissesto dei manufatti idraulici presenti – sembra del tutto cessata¹⁵.

I tratti arginati individuati sono i seguenti:

- rio Vajors: 1) fra la S.P. per Chieri e il ponticello di accesso alla cascina Graitesca; 2) a valle della strada Cambiano – Mosi;
- rio Tepice: 1) dalla confluenza con il Vajors all'ex mulino Alessio; 2) in tutto il tratto a valle del depuratore comunale di via dei Prati (a partire dalla posizione delle sezioni rilevate nn. 19 – 20);
- fosso Rura: 1) nel tratto a monte e a valle della S.P. Cambiano – Chieri; 2) nel tratto fra l'area edificata di via Camporelle e la S.P. variante per Chieri.

Si sottolinea che i suddetti argini non hanno la funzione di proteggere il centro abitato, ma quella di impedire allagamenti troppo frequenti dei campi circostanti.

2.9. Alvei artificiali

Alcuni tratti dei rii Vajors e Tepice e del fosso Rura sono sicuramente stati deviati rispetto alla loro naturale posizione nel fondovalle.

Risultano artificiali (perché non coincidenti con il fondovalle e/o perché evidentemente rettificati dall'uomo) i seguenti tratti:

- rio Vajors: 1) nelle immediate vicinanze (a monte e a valle) dell' attraversamento della S.P. Cambiano – Chieri; 2) a valle della strada Cambiano – Mosi, fino alla confluenza nel rio Tepice;

¹⁵ Più precisamente: non sembrano più attive le vecchie opere di derivazione presenti; è però possibile che le acque dei rii siano utilizzate dopo essere state sollevate con l'uso di motopompe.

- rio Tepice: 1) dalla frazione Mosi (Comune di Chieri) fino all'ex mulino Alessio a valle della ferrovia Torino – Piacenza; 2) dalla confluenza con il rio Temo al Molino della Splua¹⁶.
- fosso Rura: 1) nel tratto a monte e a valle della S.P. Cambiano – Chieri; 2) nel tratto fra l'area edificata di via Camporelle e la S.P. variante per Chieri.

2.10. Alvei abbandonati o atrofizzati

Non esistono nell'area oggetto di studio alvei abbandonati nella comune accezione del termine.

Si segnala il “rivo Rura – canale del Molino d'Ovia” che risulta segnalato nelle mappe catastali come alveo demaniale che si stacca dal rio Tepice a monte della ferrovia Torino – Piacenza e che confluisce nel Tepice a monte dell'ex mulino Alessio; di questo alveo, come già indicato nel par. 2.5, non rimangono tracce significative a monte della strada Cambiano – Mosetti.

Per quanto riguarda il vecchio alveo del rio Temo si segnala che:

- nel tratto non demaniale, fra via Martiri della Libertà e la ferrovia Torino – Piacenza l'alveo è stato intubato negli anni '70 seguendo un percorso non sempre coincidente con il tracciato preesistente; i tratti di alveo abbandonato sono stati, negli anni, colmati ed oggi è possibile ritrovarne solo tracce in punti particolari;
- nel tratto demaniale a valle della ferrovia, l'alveo, che era andato atrofizzandosi, è stato riaperto (lavori eseguiti nel 2000) con funzione di scolmatore di piena del tratto intubato.

¹⁶ Per quanto riguarda l'artificialità di quest'ultimo tratto, si osserva che non si hanno elementi di evidenza così marcati come per il tratto a monte della ferrovia Torino – Piacenza; si notano comunque lunghi tratti rettilinei (ad esempio fra le sezz. 20 – 23) e la posizione dell'alveo che non coincide con il fondo valle. La linea di fondovalle in corrispondenza della regione “Sicilia”, si trova, mediamente ad una distanza di circa 300 m a nord dell'alveo, nel territorio del Comune di Trofarello.

3. INDAGINE IDROLOGICA

L'indagine idrologica è stata eseguita per determinare le portate di piena nelle sezioni idrografiche di interesse dei rii Tepice, Vajors, Temo e del fosso Rura, secondo le indicazioni della Direttiva "Piena di progetto" del PAI.

Per il T. Banna che è già stato oggetto di uno specifico studio (già sopra citato in nota) e per il quale sono già disponibili le carte delle "fasce fluviali", non si è ritenuto necessario eseguire ulteriori indagini idrologiche.

Le portate di piena vengono stimate con il "**metodo cinematico**" che, come noto, è una procedura che consente di calcolare la portata massima al colmo quando l'intero bacino è interessato da una pioggia di intensità costante con di pioggia¹⁷ (t_p) uguale al tempo di corrivazione del bacino (t_c).

- $h = h(t_p)$ precipitazione per una durata di pioggia $t_p = t_c$
- $V_a = C S h$ volume affluito (= volume di pioggia ragguagliato alla superficie S del bacino; C coefficiente di ragguaglio dell'altezza di pioggia h all'area S)
- $V_d = k V_a$ volume defluito; k = coefficiente medio di deflusso

Nell'ipotesi che l'idrogramma di piena sia di forma triangolare simmetrica con tempo di salita $t = t_p = t_c$, la portata di piena al colmo è data dalla seguente relazione:

$$Q_p = V_d/t_c$$

La portata Q_p con tempo di ritorno (T_r) assegnato (ad esempio $T_r = 20$ anni) viene calcolata assegnando la relazione $h = a t^n$ valida per il T_r assegnato e ricavata mediante analisi statistico - probabilistica dei dati di precipitazione.

L'altezza h viene infine ridotta con un coefficiente C di "ragguaglio all'area" che tiene conto dell'ampiezza del bacino, della durata della pioggia critica e della probabilità dell'evento.

Il volume di deflusso (V_d) generato dalla precipitazione viene ricavato dal volume affluito (V_a) applicando un coefficiente riduttivo (k) che tiene conto delle caratteristiche fisiche del bacino (permeabilità del suolo, pendenza, copertura).

La portata di piena al colmo dipende infine dal tempo di corrivazione del bacino (t_c) che è funzione delle caratteristiche geometriche / idrauliche del bacino (area, lunghezza dell'asta principale, pendenza media, coefficiente di scabrezza dell'asta).

Nei paragrafi che seguono si esaminano più in dettaglio le relazioni che vengono applicate nel calcolo della portata di piena al colmo.

I risultati dei calcoli idrologici sono riportati nelle tabelle dell'Allegato 1 e riassunti nel successivo par. 3.5.

¹⁷ La pioggia di durata $t_p = t_c$ si definisce "pioggia critica" per il bacino perché è quella che - nello schema del metodo razionale - fornisce il massimo valore della portata al colmo.

3.1. Precipitazioni intense

Come sopra accennato, la portata al colmo viene calcolata a partire dall'altezza di pioggia h relativa ad un evento meteorico di durata t_p , con tempo di ritorno medio di Tr anni.

L'altezza di pioggia h , è data, normalmente, da una relazione del tipo $h = a t^n$ (detta "curva di massima probabilità pluviometrica") dove i parametri a , n , validi per un assegnato tempo di ritorno (Tr) e per un campo di durata della precipitazione, sono ricavati mediante analisi statistico - probabilistica dei dati di precipitazione¹⁸.

3.1.1. Parametri stazioni pluviometriche PAI

Negli ultimi anni (in particolare dopo l'alluvione del novembre 1994) gli Enti preposti alla tutela del territorio (Regione Piemonte, Autorità di Bacino del Fiume Po) hanno elaborato i dati pluviometrici e pubblicato direttamente le curve di probabilità pluviometrica. Nella tabella che segue sono riportati i parametri a (mm), n delle curve¹⁹ con tempi di ritorno di 20 - 100 - 200 - 500 anni relative alle stazioni pluviometriche dell'Ufficio Idrografico del Po di Moncalieri e Pino Torinese; tali stazioni pluviometriche sono quelle più prossime all'area del Comune di Cambiano. Occorre notare che le curve indicate sono state ricavate da dati di precipitazione di durata compresa fra 1 e 24 ore e non sono applicabili a piogge di durata sensibilmente inferiore a 1 ora.

**Parametri delle piogge intense di durata compresa fra 1 e 24 ore
(parametri indicati nella direttiva "Piena di progetto" del PAI)**

	Tr 20 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
Moncalieri	$a = 49,49$ $n = 0,208$	$65,33$ $0,198$	$72,11$ $0,194$	$81,00$ $0,191$
Pino Torinese	$a = 40,32$ $n = 0,256$	$50,99$ $0,250$	$55,63$ $0,249$	$61,72$ $0,249$

3.1.2. Formule di regionalizzazione "SP1"

Allo scopo di definire un'unica serie di parametri validi per l'intera estensione dei bacini che interessano il Comune di Cambiano, sono state prese anche in esame le curve date dalle formule di regionalizzazione del "Sottoprogetto SP1"²⁰. In questo caso occorre fare

¹⁸ A titolo di esempio, si riporta nelle Tab. 1 e 2 dell'Allegato 1 l'analisi statistico - probabilistica dei dati delle stazioni pluviometriche di Moncalieri e Pino Torinese dell'Ufficio Idrografico del Po. I valori di precipitazione h (mm) che compaiono in queste tabelle per i vari Tr corrispondono, in pratica, ai valori del parametro a (mm).

¹⁹ I parametri indicati in tabella sono ripresi dalla TAB. 1 "curva di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura" della Direttiva "Piena di Progetto" allegata al Progetto di Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (anno 2001). Stazione di misura 1458 - Moncalieri; stazione di misura 1565 - Pino Torinese.

²⁰ Nel "Sottoprogetto SP1 - Piene e naturalità fluviali" (anno 1996) l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha elaborato una serie di formule di regionalizzazione che forniscono le curve di probabilità pluviometrica in funzione del Tr assegnato.

riferimento all'Area Omogenea 15 che comprende – in particolare – il bacino del Banna e tutti i bacini minori della collina di Torino. I suddetti parametri, calcolati nelle Tabb. 3 – 4 – 5 dell'Allegato 1, sono riportati nella tabella che segue.

**Parametri delle piogge intense di durata compresa fra 1 e 24 ore
(Area Omogenea 15 – formule di regionalizzazione Sottoprogetto SP1)**

	Tr 5 anni	Tr 20 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
Area Omogenea 15	a = 30,00 n = 0,29	43,00 0,26	58,3 0,24	65,1 0,23	74,0 0,22
	TAB. 3	TAB. 3	TAB. 4	TAB. 5	TAB. 5

3.1.3. Parametri della regionalizzazione PAI

Per una ulteriore verifica dei dati pluviometrici si è anche fatto riferimento alla regionalizzazione su griglia di 2 km riportata nell'Allegato 3 della “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica²¹” dell'Autorità di Bacino del F. Po. Per la zona di nostro interesse vengono assegnati i seguenti parametri a, n delle curve di probabilità pluviometrica. (La cella BA109 coincide approssimativamente con l'abitato).

CELLA	Tr 20		Tr 100		Tr 200		Tr 500	
	a	n	a	n	a	n	a	n
BA109	43,19	0,237	55,86	0,226	61,36	0,223	68,52	0,220

3.1.4. Confronto fra le diverse curve

Con riferimento a Tr = 20 - 200 anni e tp = 1 - 6 ore, si riportano qui di seguito, per confronto, le altezze di pioggia calcolate con le diverse curve di probabilità pluviometrica.

Altezze di pioggia - h(mm)

	Tr 20 anni tp = 1 ora	Tr 20 anni tp = 6 ore	Tr 200 anni tp = 1 ora	Tr 200 anni tp = 6 ore
Moncalieri	49,5	71,8	72,1	102,1
Pino Torinese	40,3	63,8	55,6	86,9
SP1 - Area omog. 15	43,0	68,5	65,1	98,3
PAI - BA109	43,2	66,0	61,4	91,5

Si osserva che le altezze di pioggia date dalle formule di regionalizzazione (SP1 e PAI) sono in buon accordo fra loro e mediano, in questo caso, quelle ricavate dai dati delle stazioni pluviometriche di Moncalieri e Pino Torinese; le curve di probabilità pluviometrica date dalle formule SP1 sono leggermente più cautelative²² di quelle del PAI.

²¹ La direttiva fa parte del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del 26/4/2001

²² Con riferimento a Tr 200 anni e tp = 6 ore, la differenza di precipitazione fra la pioggia SP1 e la pioggia PAI è di 6,8 mm che corrispondono ad una differenza percentuale del 7% fra la pioggia SP1 e la pioggia PAI.

3.1.5. Curve di progetto adottate per $tp \geq 1$ ora

In base a quanto discusso nel precedente paragrafo, si ritiene corretto adottare per i calcoli idrologici i parametri dell'Area Omogenea 15 – SP1.

Parametri delle piogge intense di durata compresa fra 1 e 24 ore (Area Omogenea 15 – formule di regionalizzazione Sottoprogetto SP1)

	Tr 5 anni	Tr 20 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
Area Omogenea 15	a = 30,00 n = 0,29	43,00 0,26	58,3 0,24	65,1 0,23	74,0 0,22

3.1.6. Curve di progetto per $tp < 1$ ora

Per le precipitazioni intense di breve durata (tp inferiore a 1 ora) vengono adottate curve di probabilità pluviometrica che derivano da quelle sopra indicate modificando il parametro n . Si è verificato che adottando l'esponente $n = 0,5$, tutte le precipitazioni di breve durata e forte intensità (tranne due, da considerare eccezionali,²³ di 38 e 40 mm in 30') registrate nella stazione pluviometrografica di Pino Torinese (dati dal 1937 al 1982) risultano inferiori o praticamente coincidenti con la curva di progetto per $Tr = 20$ anni qui adottata (cfr. Allegato 1, Tab. 6-1).

Parametri delle piogge intense di durata inferiore a 1 ora (basate sulle formule di regionalizzazione Sottoprogetto SP1)

	Tr 5 anni	Tr 20 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
Area Omogenea 15 (n modificato)	a = 30,00 n = 0,5	43,00 0,5	58,3 0,5	65,1 0,5	74,0 0,5

3.2. Volume di pioggia

Nel calcolo della portata al colmo con il metodo cinematico si ammette che l'intensità della pioggia sia costante durante il tempo di pioggia tp .

Il volume di pioggia ragguagliato all'area del bacino (V_a) è dato dalla relazione:

$$V_a = C h S$$

dove:

h = precipitazione nel tempo di pioggia tp calcolata con le curve di massima probabilità pluviometrica $h = a tp^n$

tp = tempo di pioggia che viene posto uguale al tempo di corrivazione t_c del bacino (si veda oltre)

S = superficie del bacino imbrifero

²³ L'analisi statistica della serie "ricostruita" delle piogge di 30' indica che le precipitazioni dell'ordine di 40 mm in 30' hanno, per la stazione di Pino Torinese, un tempo di ritorno dell'ordine di 100 anni (cfr. Tab. 6-2). La curva di progetto per $Tr = 100$ anni qui adottata risulta superiore a tutti i dati registrati.

$C = C(S, tp, F)$ coefficiente di ragguglio della precipitazione h all'area S del bacino. Si tratta di un coefficiente riduttivo che dipende dall'area (S) del bacino, dalla durata (tp) della precipitazione e dalla probabilità (F) dell'evento. Nel caso specifico il coefficiente di ragguglio C è stato calcolato con la relazione empirica di Bixio e Monai²⁴:

$$C = S^{-k}$$

Con k espresso in funzione della durata della pioggia da una relazione logaritmica: $k = A \ln tp + B$

I coefficienti A e B sono dati in funzione della probabilità cumulata di non superamento dell'evento $F = Tr / (Tr+1)$:

$$A = 0,0716 F - 0,0775$$

$$B = -1,0072 F^3 + 2,2314 F^2 - 1,9141 F + 0,7529$$

(Ad esempio, per il bacino del rio Tepice a valle del rio Santenassa ($S = 50,18 \text{ km}^2$), con $tp = 7,3$ ore e $Tr = 200$ anni ($F = 0,995$), il coefficiente di ragguglio vale $0,81$; lo stesso coefficiente vale invece $0,71$ per lo stesso bacino se si fa riferimento a un evento con $Tr = 5$ anni ($F = 0,833$); si vedano le tabelle di calcolo dell'Allegato 1).

3.3. Tempi di corrivazione

I tempi di corrivazione (tc) dei bacini dipendono delle caratteristiche fisiche - morfologiche dei bacini stessi.

Ai fini delle valutazioni idrauliche di interesse, sono stati individuati 27 bacini / sottobacini definiti dalle sezioni idrografiche sotto elencate.

Rio Vajors

- SEZ. V1 Rio Vajors a Madonna della Scala ($8,3 \text{ km}^2$)
- SEZ. V2 Rio Vajors a Cambiano, S.P. Cambiano - Chieri ($9,7 \text{ km}^2$)
- SEZ. V3 Rio Vajors a monte confluenza rio Castelvechio ($10,3 \text{ km}^2$)
- SEZ. V4 Rio Vajors a valle confluenza rio Castelvechio ($15,8 \text{ km}^2$)

Rio Tepice

- SEZ. T1 Rio Tepice a valle della confluenza con il rio Vajors (ponte F.S.) ($42,5 \text{ km}^2$)
- SEZ. T2 Rio Tepice al ponte della S.R. 29 ($45,1 \text{ km}^2$)
- SEZ. T3 Rio Tepice al ponte dell'autostrada A 21 ($48,1 \text{ km}^2$)
- SEZ. T4 Rio Tepice a valle della confluenza del rio Santenassa ($50,2 \text{ km}^2$)

²⁴ La relazione deriva dall'analisi di numerosi eventi pluviometrici registrati nella pianura veneta fra Adige e Po dal radar di Teolo, ed è applicabile per bacini di area fino a 150 km^2 (Bixio e Monai - 1997)

Rio Castelvechio

SEZ. C1 Rio Castelvechio a monte confluenza con il rio Vajors (5,4 km²)

Rio Tepice a monte di Cambiano

SEZ. T1m Rio Tepice a monte della confluenza con il rio Vajors (26,7 km²)

Rio S. Pietro

SEZ. S1 Rio S. Pietro a valle della cascina Benne (4,2 km²)

Fosso Rura

SEZ. RU1 F.so Rura – attraversamento S.P. Cambiano - Chieri (0,78 km²)

SEZ. RU2 F.so Rura – a valle immissione fognatura zona nord (1,11 km²)

SEZ. RU3 F.so Rura – inizio tratto tombato in via Camporelle (1,17 km²)

SEZ. RU4A intubamento lungo via d'Ovia a valle dell'immissione fognatura zona CN (1,39 km²)

SEZ. RU5A intubamento lungo via d'Ovia – sottopasso S.P. Cambiano - Chieri (1,50 km²)

SEZ. RU6 intubamento lungo via Mosetti, a valle immissione ramo pensile (1,53 km²)

SEZ. RU7 ponticello della Ferrovia (1,57 km²)

SEZ. RU4B ramo pensile – tombino sotto la S.P. Cambiano – Chieri (0,03 km²)

Rio Temo

SEZ. TM1 Rio Temo – inizio tratto tombato sotto via Martiri della Libertà (0,82 km²)

SEZ. TM2 Rio Temo - attraversamento via Cavalieri di V. Veneto (1,18 km²)

SEZ. TM3 Rio Temo – attraversamento S.S. 29 (1,49 km²)

SEZ. TM4 Rio Temo – attraversamento Ferrovia (1,59 km²)

SEZ. TM2A Rio Temo – sottobacino di via Borgna (0,14 km²)

Bacini urbani

SEZ. CN Zona Centro – nord al bivio di via d'Ovia (0,22 km²)

SEZ. CE Zona Centro – est - attraversamento ferrovia di via Lame (0,31 km²)

SEZ. CO Zona Centro – ovest; tombino sotto la stazione F.S. (0,20 km²)

Le caratteristiche morfologiche dei bacini / sottobacini sopra indicati sono riassunte nelle tabelle riportate nelle pagine che seguono.

Rio Vajors				
Sezione idrografica	V1	V2	V3	V4
S - superficie (km ²)	8,3	9,7	10,3	15,8
Hmax - quota massima (m s.m.)	716	716	716	716
Hm - quota media (m s.m.)	415	394	386	374
Hs - quota minima (m s.m.)	265	257	250	249
L - lunghezza asta principale (km)	6,7	8,1	9,8	9,9
i - pendenza media asta (%)	2,7	2,0	1,5	1,5
c - coefficiente di scabrezza asta (m ^{1/3} /s)	25	25	25	25

Rio Tepice					
Sezione idrografica	T1m	T1	T2	T3	T4
S - superficie (km ²)	26,7	42,5	45,1	48,1	50,2
Hmax - quota massima (m s.m.)	660	716	716	716	716
Hm - quota media (m s.m.)	369	372	366	359	354
Hs - quota minima (m s.m.)	245	245	238	233	229
L - lunghezza asta principale (km)	15,9	15,9	17,3	18,4	20,0
i - pendenza media asta (%)	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
c - coefficiente di scabrezza asta (m ^{1/3} /s)	25	25	25	25	25

Rio Castelvecchio	
Sezione idrografica	C1
S - superficie (km ²)	5,44
Hmax - quota massima (m s.m.)	600
Hm - quota media (m s.m.)	350
Hs - quota minima (m s.m.)	249
L - lunghezza asta principale (km)	8,7
i - pendenza media asta (%)	2,0
c - coefficiente di scabrezza asta (m ^{1/3} /s)	25

Rio S. Pietro	
Sezione idrografica	S1
S - superficie (km ²)	4,2
Hmax - quota massima (m s.m.)	623
Hm - quota media (m s.m.)	353
Hs - quota minima (m s.m.)	258
L - lunghezza asta principale (km)	5,5
i - pendenza media asta (%)	3,1
c - coefficiente di scabrezza asta (m ^{1/3} /s)	25

Fosso Rura								
Sezione idrografica	RU1	RU2	RU3	RU4A	RU5A	RU6	RU7	RU4B
S - superficie (km ²)	0,78	1,11	1,17	1,39	1,50	1,53	1,57	0,03
Hmax - quota massima (m s.m.)	280	280	280	280	280	280	280	251
Hm - quota media (m s.m.)	267	265	265	263	262	262	262	250
Hs - quota minima (m s.m.)	256	252	251	250	244	243,5	242	247
L - lunghezza asta principale (km)	1,38	1,98	2,24	2,27	2,85	3,02	3,39	0,25
i - pendenza media asta (%)	1,1	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	1,7
c - coefficiente di scabrezza asta (m ^{1/3} /s)	25	25	25	25	25	25	25	25

Rio Temo					
Sezione idrografica	TM1	TM2	TM3	TM4	TM2A
S - superficie (km ²)	0,82	1,18	1,49	1,59	0,14
Hmax - quota massima (m s.m.)	280	280	280	280	278
Hm - quota media (m s.m.)	267	265	262	261	265
Hs - quota minima (m s.m.)	254	250,6	243,9	241	254
L - lunghezza asta principale (km)	1,58	1,90	2,34	2,51	0,70
i - pendenza media asta (%)	1,5	1,4	1,4	1,4	3,2
c - coefficiente di scabrezza asta (m ^{1/3} /s)	30	30	30	30	40

Bacini urbani			
Sezione idrografica	CN	CE	CO
S - superficie (km ²)	0,22	0,31	0,20
Hmax - quota massima (m s.m.)	266	256,5	260
Hm - quota media (m s.m.)	257	248	249
Hs - quota minima (m s.m.)	250	241	238
L - lunghezza asta principale (km)	0,55	0,87	0,94
i - pendenza media asta (%)	2,2	1,6	1,9
c - coefficiente di scabrezza asta (m ^{1/3} /s)	50	50	50

In base alle caratteristiche sopra indicate è possibile calcolare, mediante numerose relazioni reperibili in letteratura, il tempo di corrivazione del bacino. Nel caso specifico sono state messe a confronto cinque relazioni (Giandotti, Pezzoli 1, Horton, Pezzoli 2, Ventura), e si è fatto sempre riferimento ²⁵(per uniformità di valutazione) al tempo di corrivazione (tc) calcolato con la formula di Pezzoli 1:

$$tc = 220 c L^{1/3} S / \sqrt{i}$$

I tempi di corrivazione calcolati (cfr. Tabb. 7 - 14 dell'Allegato 1) sono indicati nelle tabelle che seguono.

²⁵ Come si può riscontrare nelle Tabb. 7 - 14 dell'Allegato 1 (che consentono un immediato raffronto fra i risultati delle diverse formule) i valori di tc calcolati con le formule di Giandotti, Pezzoli 1 e Ventura sono in buon accordo fra loro e risultano, in genere, inferiori a quelli calcolati con le formule di Horton e Pezzoli 2. Si è scelto di fare riferimento alla formula di Pezzoli 1 perché essa, rispetto alle altre, tiene conto del maggior numero di parametri fisici del bacino e, nel caso specifico, fornisce valori di tc generalmente cautelativi ai fini del calcolo delle portate al colmo.

Rio Vajors				
Sezione idrografica	V₁	V₂	V₃	V₄
tc – tempo di corrivazione (ore)	2,5	2,7	3,0	3,7

Rio Tepice					
Sezione idrografica	T_{1m}	T₁	T₂	T₃	T₄
tc – tempo di corrivazione (ore)	5,2	6,5	6,7	7,0	7,3

Rio Castelvecchio	
Sezione idrografica	C₁
tc – tempo di corrivazione (ore)	2,0

Rio S. Pietro	
Sezione idrografica	S₁
tc – tempo di corrivazione (ore)	1,6

Fosso Rura								
Sezione idrografica	RU₁	RU₂	RU₃	RU_{4A}	RU_{5A}	RU₆	RU₇	RU_{4B}
tc – tempo di corrivazione (ore)	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	0,5

Rio Temo					
Sezione idrografica	TM₁	TM₂	TM₃	TM₄	TM_{2A}
tc – tempo di corrivazione (ore)	1,5	1,5	1,6	1,6	0,4

Bacini urbani			
Sezione idrografica	CN	CE	CO
tc – tempo di corrivazione (ore)	0,5	0,6	0,4

3.4. Caratteristiche dei terreni, copertura e coefficienti di deflusso

In base a quanto indicato dalla Carta Geologica d'Italia (Fig. 56 Torino e Fig. 68 Carmagnola) i terreni inclusi nei bacini imbriferi del rio Tepice e del rio Vajors sono costituiti da formazioni marine nelle zone collinari a quote più elevate (siltiti, sabbie e conglomerati / silts argillosi e sabbie fini / argille e marne argillose / argille e silts con abbondanti fossili marini / sabbie gialle con banchi fossiliferi) e da formazioni continentali nella parte di pianura (paleosuoli di età postvillafranchiana con copertura loessica rissiana / ghiaie e sabbie quarzose alternate a banchi di argille / alluvioni sabbioso – argillose).

Lo strato di terreno vegetale è consistente e consente l'uso agricolo intensivo del suolo praticamente su tutte le aree libere da insediamenti; le parti dei bacini a quote più elevate sono coperte, a tratti, da fitto bosco ceduo.

Il coefficiente di deflusso assegnato a ciascun bacino congloba tutti i fattori che concorrono a determinare la relazione fra l'intensità media di pioggia e la portata al colmo di piena. Il suo valore dipende da numerosi fattori quali: la copertura vegetale del suolo, la natura e la stratigrafia del suolo, la conformazione della superficie (possibilità o meno della formazione di piccoli invasi), la pendenza, il grado di saturazione legato a precedenti eventi meteorici.

La "Direttiva sulla piena di progetto" del PAI indica alcuni valori forniti dalla letteratura scientifica che sono compresi, per i terreni non pavimentati, fra $k = 0,10$ per "suolo con

infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso – uso del suolo: bosco” e $k = 0,50$ per “*suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra della roccia impermeabile – uso del suolo: coltivato*”. Per “*suoli con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili*” vengono indicati i coefficienti $k = 0,30 - 0,40$ validi rispettivamente per “bosco” e “coltivato”.

Considerate le caratteristiche dei suoli dell’area oggetto di studio sembra corretto assegnare il coefficiente di deflusso $k = 0,5$ ai bacini nei quali le aree urbanizzate abbiano un’incidenza trascurabile (ad esempio i bacini del rio Vajors / Castelvecchio) e $k = 0,6$ per i bacini con significativi insediamenti (rio Tepice – rio S. Pietro).

Per i bacini urbani si assegna il coefficiente medio $k = 0,7$.

Nelle tabelle di calcolo riportate nell’Allegato 1 (tabelle dalla 15.1 alla 22.3) sono indicati i singoli valori adottati per ciascun sottobacino.

3.5. Portate di piena al colmo

Il calcolo delle portate di piena al colmo per i bacini sopra elencati è riportato nelle Tabb. 15 – 22 dell’Allegato 1; nel seguito sono riassunti – opportunamente arrotondati - tutti i valori calcolati. I valori indicati per Tr 50 e Tr 300 sono stati estrapolati dai dati delle stesse tabelle.

Rio Vajors – portate di piena al colmo (m³/s)				
Sezione idrografica →	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄
Tr 5	14,3	15,7	15,4	19,6
Tr 20	21,4	23,4	23,0	29,3
Tr 50	25,9	28,4	27,8	35,4
Tr 100	29,3	32,1	31,5	40,1
Tr 200	32,6	35,7	34,9	44,4
Tr 300	34,5	37,7	36,9	46,9
Tr 500	36,8	40,3	39,4	50,0

Rio Tepice – portate di piena al colmo (m³/s)					
Sezione idrografica →	T _{1m}	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Tr 5	30,4	40,0	41,4	42,7	43,2
Tr 20	45,2	59,5	61,5	63,3	64,0
Tr 50	54,5	71,7	74,2	76,3	77,1
Tr 100	61,6	81,0	83,8	86,2	87,0
Tr 200	68,1	89,3	92,4	95,0	95,8
Tr 300	71,8	94,0	97,3	100,0	100,8
Tr 500	76,4	100,0	103,4	106,3	107,1

Rio Castelvechio - portate di piena al colmo (m³/s)	
Sezione idrografica →	C1
Tr 5	11,5
Tr 20	17,1
Tr 50	20,7
Tr 100	23,4
Tr 200	26,0
Tr 300	27,5
Tr 500	29,4

Rio S, Pietro - portate di piena al colmo (m³/s)	
Sezione idrografica →	S1
Tr 5	12,7
Tr 20	18,9
Tr 50	22,9
Tr 100	26,0
Tr 200	29,0
Tr 300	30,8
Tr 500	32,8

Fosso Rura - portate di piena al colmo (m³/s)								
Sezione idrografica →	RU1	RU2	RU3	RU4A	RU5A	RU6	RU7	RU4B
Tr 5	1,9	2,6	2,7	3,0	3,2	3,3	3,3	0,2
Tr 20	2,6	3,7	3,7	4,2	4,5	4,6	4,7	0,4
Tr 50	3,1	4,4	4,4	5,1	5,4	5,5	5,7	0,5
Tr 100	3,5	4,9	5,0	5,7	6,1	6,2	6,4	0,5
Tr 200	3,8	5,4	5,5	6,3	6,7	6,9	7,0	0,5
Tr 300	4,0	5,7	5,8	6,7	7,1	7,3	7,4	0,5
Tr 500	4,3	6,1	6,2	7,1	7,6	7,7	7,9	0,6

Rio Temo - portate di piena al colmo (m³/s)					
Sezione idrografica →	TM1	TM2	TM3	TM4	TM2A
Tr 5	2,6	3,6	5,1	5,4	1,1
Tr 20	3,6	5,2	7,3	7,8	1,6
Tr 50	4,3	6,2	8,8	9,3	1,9
Tr 100	4,9	6,9	9,9	10,5	2,2
Tr 200	5,4	7,7	11,0	11,7	2,4
Tr 300	5,7	8,2	11,6	12,4	2,5
Tr 500	6,1	8,8	12,4	13,2	2,7

Bacini urbani - portate di piena al colmo (m³/s)			
Sezione idrografica →	CN	CE	CO
Tr 5	1,8	2,3	1,8
Tr 20	2,6	3,3	2,6
Tr 50	3,1	4,0	3,2
Tr 100	3,5	4,5	3,6
Tr 200	3,9	5,1	4,0
Tr 300	4,2	5,4	4,3
Tr 500	4,5	5,8	4,6

4. INDAGINE IDRAULICA

L'indagine idraulica ha lo scopo di verificare le modalità di deflusso in alveo (o fuori alveo) delle portate di piena calcolate. Ciò al fine di evidenziare le situazioni di insufficienza e di quantificare – in termini di probabilità dell'evento ed in termini di livello idraulico / velocità della corrente – il rischio idraulico.

La suddetta indagine è stata condotta con metodi diversi in funzione dell'importanza e delle caratteristiche del corso d'acqua:

- per il **rio Vajors** ed il **rio Tepice**, il cui corso interessa il territorio comunale per quasi 14 km complessivi, l'indagine idraulica si basa sul calcolo dei profili di piena in moto permanente nelle sezioni d'alveo appositamente rilevate²⁶: N° 29 sezioni in un tratto di 5,9 km per il rio Vajors e N° 28 sezioni in un tratto di 7,9 km per il rio Tepice;
- per il **fosso Rura**, il cui corso interessa una zona abitata nel concentrico e che è in parte tombato, l'indagine è stata eseguita con le stesse modalità di cui sopra (N° 17 sezioni rilevate²⁷ su un tratto lungo 2,9 km);
- per il **rio S. Pietro** che interessa il territorio comunale in modo marginale e solo per un breve tratto (circa 0,6 km): calcolo dei livelli di piena sulla base delle scale di deflusso di moto uniforme nelle sezioni rilevate;
- per il **rio Temo** che è stato completamente intubato nella zona abitata²⁸: calcolo dei livelli di piena sulla base delle scale di deflusso di moto uniforme nelle sezioni rilevate;
- per le **linee di scolo sottese dalla fognatura, nell'ambito dei bacini urbani**, il calcolo è basato sulle scale di deflusso di moto uniforme;
- per il **Torrente Banna** non sono stati fatti calcoli specifici in quanto, come già indicato, sono disponibili le carte di delimitazione delle fasce fluviali.

4.1. Rio Vajors e rio Tepice

I livelli di piena sono stati calcolati in condizioni di moto permanente utilizzando il codice di calcolo HEC-ras in condizioni di moto stazionario.

²⁶ Con il rilievo eseguito nel 2003 vennero rilevate 21 sezioni sul rio Vajors e 17 sezioni sul rio Tepice; le suddette sezioni comprendevano tutti i manufatti di attraversamento. Nel 2010, a seguito delle osservazioni della Direzione OO.PP. della Regione, Settore Decentrato OO.PP. di Torino, sono stati eseguiti rilievi integrativi finalizzati, fra l'altro, all'infittimento delle sezioni ed alla estensione delle stesse – dove necessario – ad ampie zone del fondo valle.

²⁷ N. 12 sezioni rilevate nel 2003. Nel 2010 sono state rilevate 5 sezioni integrative ed è stato eseguito un piano quotato nella zona abitata interessata dal fosso Rura.

²⁸ Nel 2010 è stato eseguito un piano quotato lungo le vie urbane che possono essere interessate dalle acque di esondazione del rio Temo.

Sono state utilizzate le sezioni rilevate, assegnando per tutte le sezioni naturali il coefficiente medio di scabrezza $c = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ all'interno dell'alveo inciso, e $c = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le aree esterne²⁹.

Nella schematizzazione geometrica dell'alveo si è tenuto conto della presenza dei vari attraversamenti stradali e ferroviari, nonché della presenza di argini e salti di fondo.

I risultati della modellazione idraulica, eseguiti assegnando le portate di verifica nelle sezioni idrauliche sotto indicate, sono riportati nelle tabelle e nelle figure dell'Allegato 2.1 e Allegato 2.2 in calce alla presente.

Portate di verifica (m^3/s) assegnate ai tronchi dei rii Vajors e Tepice

Sezione idrografica	Sez.	Progr. (m)	Tr 5	Tr 20	TR 50	TR 100	TR 200	TR 300	TR 500
V1	10	2155,0	14,3	21,4	26,0	29,3	32,6	34,5	36,8
V2	18	3648,0	15,7	23,4	28,4	32,1	35,7	38,0	40,3
V3	26	5255,4	15,4	23,0	28,2	31,5	34,9	38,0	39,4
V4	28	5348,3	19,6	29,3	35,2	40,1	44,4	47,0	50,0
T1	1	5965,1	40,0	59,5	71,7	81,0	89,3	94,0	100,0
T2	12	7880,9	41,4	61,5	74,2	83,8	92,4	97,3	103,4
T3	20	9066,0	42,7	63,3	76,3	86,2	95,0	100,0	106,3
T4	23	10858,1	43,2	64,0	77,1	87,0	95,8	100,8	107,1

Si precisa che:

- i calcoli sono stati eseguiti separatamente per il rio Vajors (Allegato 2.1.) e per il rio Tepice (Allegato 2.2.)
- le portate sono state considerate costanti fra le sezioni indicate in tabella (ad esempio, la portata con Tr 20 anni vale $21,4 \text{ m}^3/\text{s}$ fra le sezioni 10 e 18 del rio Vajors;
- a monte della sez. 10 del Vajors è stata assegnata (cautelativamente) la stessa portata assegnata per il tratto fra le sezioni 10 – 18;
- nel tratto del rio Tepice fra le sezioni 1 – 5, le simulazioni idrauliche relative al solo alveo del rio Tepice sono state eseguite per la portata massima di $50 \text{ m}^3/\text{s}$; infatti fra le sezioni 1 - 4 l'alveo è pensile ed arginato in destra, e disperde verso il fondo valle, dove scorre il fosso Rura, tutte le portate che eccedono circa $50 \text{ m}^3/\text{s}$; la portata "naturale" si ha nuovamente nel Tepice a valle della confluenza del fosso Rura poco a monte della sezione 5;
- l'alveo del rio Tepice a valle della sezione 21 (ponte dell'autostrada Torino – Piacenza) è per lunghi tratti arginato e non può convogliare più di $40 - 50 \text{ m}^3/\text{s}$. I calcoli sono stati comunque eseguiti considerando le portate "naturali" indicate in tabella.

²⁹ Si precisa che le condizioni degli alvei possono variare ampiamente in funzione delle operazioni di pulizia delle sponde e di asportazione di tronchi e materiale vario che possono accidentalmente ostruire le sezioni. I coefficienti di scabrezza qui indicati si riferiscono ad alvei che siano ragionevolmente liberi da alberi e da cumuli di materiale di discarica.

4.1.1. Rio Vajors – esame dei risultati

Con riferimento ai profili ed alle sezioni di calcolo riportate nell'Allegato 2.1., risulta quanto segue. (Per la sintesi dei risultati si rimanda al Cap. 5).

- **Madonna della Scala (sezioni 1 – 10)**. Il rio Vajors a monte dell'abitato di Madonna della Scala, dalla sez. 1 alla sez. 10 (ponticello strada per Chieri), contiene nel suo alveo anche le portate con $Tr = 500$ anni. I due ponticelli garantiscono il franco di 1 metro solo per le portate con $Tr = 20$ anni (ponticello alla sez. 5 – strada Passatempo – S.P. per Pecetto) e $Tr = 50$ anni (sez. 10 – ponticello strada per Chieri).
- **Madonna della Scala (sezioni 10 – 14)**. Fra la sez. 10 e la sez. 14 (ponte RFI Madonna della scala) le portate sono contenute in alveo per $Tr = 500$ anni, fatta eccezione per la sez. 14, a monte del ponte RFI dove si possono avere modeste esondazioni sul piano campagna, in destra e sinistra orografica, per $Tr > 200$ anni.
- **Dalla ferrovia alla S.P. per Chieri (sezioni 14 – 19)**. Dal ponte della ferrovia a Madonna della Scala fino alla S.P. Cambiano – Chieri (sez. 19) le sezioni sono sufficienti anche per $Tr = 500$ anni fino a monte della Zincatura (sez. 16). Qui i profili di piena risentono della strozzatura provocata dal ponticello sul vecchio tracciato abbandonato della S.P. per Chieri e si forma un'area d'invaso che occupa una larga fascia del fondo valle, con profondità dell'acqua fino a 1,9 metri sul piano campagna. La zona allagata ha circa la stessa estensione per $Tr = 50$ e per $Tr = 500$, perché l'altezza d'acqua varia, nei due casi, di soli 20 cm circa. L'acqua esondata allaga la vecchia sede stradale abbandonata e tracima al di sopra della nuova sede stradale per $Tr \geq 50$ anni. Per quanto riguarda gli attraversamenti esistenti, risulta sempre sufficiente quello della strada per la cascina Giardina (sez. 15 – senza franco per $Tr = 500$), mentre risulta sempre insufficiente quello della vecchia sede della S.P. per Chieri (sez. 18 – deflusso nel ponticello con sezione piena già per $Tr = 50$). Il successivo tombino tipo ARMCO di diametro 3 metri sotto la nuova sede, è sufficiente per $Tr = 20$ anni, ma funziona a sezione piena (con sfioro sopra la strada) per $Tr = 50$ anni. Si segnala che la situazione critica in corrispondenza della S.P. per Chieri è determinata in primo luogo dalla insufficiente sezione del ponticello alla sez. 18, ma, come risulta chiaramente dal profilo, un contributo negativo è certamente dovuto alla presenza del manufatto idraulico a monte della sez. 21 (si veda qui di seguito).
- **Zona della cascina Graitesca (sez. 20 – 24)**. A monte della cascina Graitesca l'alveo è pensile e arginato in sinistra per la presenza (a monte sez. 21) di una vecchia traversa per presa irrigua. L'acqua esonda nella sez. 20 per $Tr = 20$ anni circa superando l'argine sinistro ed allagando il fondo valle. A valle della sez. 20 l'acqua esondata rientra nell'alveo (sez. 21) con allagamenti trascurabili in sponda sinistra anche per $Tr = 500$. Il ponticello immediatamente a valle della sez. 22 (che dà l'accesso alla cascina Graitesca) è sufficiente per portate con $Tr = 20$ (sebbene con franco idraulico di soli 10 – 15 cm), mentre provoca l'esondazione del rio in destra e sinistra per portate superiori a $Tr = 50$ anni. A valle del ponticello i livelli sono inferiori alle quote della sponda destra (lato cascina Graitesca) anche per $Tr = 500$ anni (sez. 23 – 24), mentre in sponda sinistra superano la quota della sponda per $Tr > 50 - 100$ anni. L'area della cascina Graitesca non viene raggiunta dalle acque di esondazione per $Tr = 500$ anni.

- **Dalla cascina Graitesca alla confluenza nel rio Tepice (sez. 24a - 29 - 1 Tepice)** . A valle della cascina Graitesca il rio corre a circa 250 – 300 m dal ciglio della cava di argilla della fornace Carena (ciglio che nella sez. 24/a si trova a circa + 5 metri rispetto alla quota del fondo valle). Nella sez. 5-a non si verificano esondazioni neanche per Tr 500 anni. Un'estesa esondazione, per portate superiori a Tr 5 anni, ha invece luogo poco a monte della confluenza fra il Vajors e il rio Castelvecchio, in corrispondenza della strada per la frazione Mosi (nella sez. 26 - dove l'esistente ponticello è assolutamente insufficiente - e nella sez. 25 a monte di questa). La portata Tr 200 anni scavalca la strada dei Mosi con un'altezza media dell'ordine di 20 cm. L'area allagabile è delimitata in sponda destra dal basso rilevato sul quale è stata realizzata un'azienda agricola. La grande ampiezza dell'area esondabile a valle della strada per i Mosi è dovuta al fatto che la linea di fondovalle in corrispondenza delle sez. 28 – 29 (Vajors) e 1 (Tepice) non coincide con l'alveo principale, ma è spostata di circa 200 – 300 m in direzione del fosso Rura. Occorre osservare che le acque che possono allegare il fondo valle in destra orografica non sono direttamente quelle del Vajors che è arginato in destra³⁰, ma quelle già esondate nelle sez. 25 – 26 di cui sopra. Le portate esondate in destra risultano le seguenti, per i vari tempi di ritorno:

Tr (anni)	5	20	50	100	200	300	500
Q (m ³ /s)	-	6,5	6,5	7,5	9,0	9,5	10,3

Per valutare l'estensione dell'allagamento prodotto dalle suddette acque di esondazione, si è studiato in dettaglio il deflusso lungo il fondovalle fino alla sez. 1 del Tepice. Risulta che venga allagata una fascia di fondovalle larga 200 – 300 m come indicato nella Tav. 2.1 allegata. In questa zona la larghezza della fascia di esondazione non varia molto nel campo delle portate per Tr 50 – 500.

Il livello massimo per Tr 500 nel fondo valle in corrispondenza della Sez. 1 del Tepice risulta 246,17 m s.m., cioè circa 1,1 m inferiore alla quota della S.P. variante per Chieri in corrispondenza del tombino del fosso Rura.

4.1.2. Rio Tepice – esame dei risultati

Con riferimento ai profili ed alle sezioni di calcolo riportate nell'Allegato 2.2, risulta quanto segue. (Per la sintesi dei risultati si rimanda al Cap. 5).

- **Dalla confluenza del Vajors alla ferrovia Torino – Piacenza (sez. 1 - 4)** . A valle della confluenza con il Vajors il rio Tepice è arginato in sponda destra e può convogliare in alveo portate dell'ordine di 50 m³/s, corrispondenti, approssimativamente, a quelle con Tr = 20 anni. Lo sfioro delle portate eccedenti avviene sopra l'argine destro fra le sezioni 1 e 3, mentre le portate convogliate in alveo defluiscono attraverso il ponte della ferrovia (sez. 4). In base alle simulazioni idrauliche eseguite risulta che la portata di 53 m³/s (la massima che, in teoria, fluisce in alveo in condizioni di incipiente esondazione) defluisce sotto il ponte della ferrovia con il livello 243,33 m s.m., e con il franco di 2,9 m rispetto all'intradosso del ponte ad arco.

³⁰ Poiché il Vajors è arginato solo in destra, convoglia le portate di piena fino a Tr 500 parte in alveo e parte nella golena sinistra.

- **Come sopra (sezz. 1 - 4): portate esondate in destra orografica.** Le portate che esondano in destra provocano un esteso allagamento del fondovalle e defluiscono a valle del rilevato ferroviario attraverso il ponticello del fosso Rura. Si deve infatti notare che il fondo del Rura in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario è a quota 237,62 m s.m., cioè ben 3,19 m al di sotto del fondo del rio Tepice (quota fondo 240,81 m s.m.) in corrispondenza del ponte della ferrovia. Le portate che devono defluire attraverso il ponticello del fosso Rura risultano le seguenti (si è arrotondata a 50 m³/s la portata che può defluire nell'alveo del Tepice in condizioni di incipiente esondazione):

Tr (anni)	5	20	50	100	200	300	500
Q (m ³ /s)	-	9,5	21,7	31,0	39,3	44,0	50,0

In base al modello idraulico³¹ implementato in questa sede, il deflusso nel ponticello del fosso Rura avviene a sezione piena già per Tr = 20 anni, con un livello sul piano campagna immediatamente a monte del ponticello (sez. 4) pari a 240,97 m s.m.. Si riportano qui di seguito i livelli di piena (teorici) più significativi nelle varie sezioni:

	Tr 50	Tr 200	Tr 500
sez. 4 (a monte ponte ferrovia)	241.78	244,02	246,03
sez. 2 (a monte della strada per la frazione Mosetti)	242.80	244,02	246,03
sez. 1 (confluenza Vajors)	246,10	246,15	246,17

Poiché i livelli di piena (teorici) qui sopra calcolati superano la quota della S.P. variante per Chieri nel tratto in cui la strada sottopassa la ferrovia, si deve concludere che in caso di alluvione la stessa sede stradale possa essere direttamente investita dalle acque si esondazione.

In base ai rilievi eseguiti ed ai sopralluoghi in sito, si è accertato che in caso di alluvione le acque di esondazione allagherebbero il sottopasso stradale sfiorando entro la trincea stradale dalla sponda a quota 242,35 m s.m. (in corrispondenza della stradina di accesso per l'ex mulino Alessio) e defluirebbero a valle attraversando il sottopasso stradale. Pertanto si ritiene che sia fisicamente impossibile che il livello dell'acqua a monte della ferrovia possa superare la quota 242,5 m s.m. circa.

Si deve osservare che non si ha notizia che livelli così elevati (242,5 m s.m.) siano mai stati raggiunti dalle acque in questo sito. Si ritiene perciò opportuno riportare qui di seguito - con riferimento a Tr 200 anni - una sintetica verifica della congruità dei livelli teorici calcolati con il modello HEC-Ras.

- portata esondata con Tr 200 anni: $Q = 39,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- portata teorica con Tr 200 anni defluente attraverso il ponticello del fosso Rura: $Q = 39,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- area liquida in corrispondenza del ponticello del fosso Rura; dimensioni del tombino ad arco: larghezza 2,03 m, altezza totale 3,30 m, arco a tutto sesto; $A = 2,30 \times 2,03 + 3,14 (2,03^2)/8 = 4,67 + 1,61 = 6,28 \text{ m}^2$
- velocità della corrente nell'attraversamento: $V = 39,3 / 6,28 = 6,26 \text{ m/s}$
- termine cinetico: $V^2/2g = 2,0 \text{ m}$
- quota del pelo acqua a valle del ponticello 241,40 m s.m. (Sez. 5 a monte ex mulino - calcolata da modello HEC-Ras)
- velocità nella sez. 5: $V = 1,59 \text{ m/s}$ (calcolato da modello)

³¹ Il deflusso nel fondo valle è stato studiato, in condizioni di moto permanente, separatamente dal deflusso nell'alveo del rio Tepice.

- carico specifico nella sez. 5: $H_s = 241,4 \text{ m s.m.} + 0,13 \text{ m} = 241,53 \text{ m s.m.}$
- carico specifico nella sezione 3 (escluse perdite di carico): $H_s = 241,53 + 2,0 = 243,53 \text{ m s.m.}$
- Poichè il livello così calcolato (circa 243,5 m s.m.) – senza prendere in conto le perdite di carico distribuite e concentrate - è in linea (anche se inferiore, come lecito attendersi) con quello calcolato dal modello idraulico (244,02 m s.m.) si conclude che i risultati del modello idraulico sono compatibili con i dati d'ingresso (portata – sezione di deflusso).

Per quanto riguarda il possibile deflusso delle portate esondate attraverso il sottopasso stradale, si osserva che tale deflusso deve necessariamente avvenire con pelo acqua a quota non inferiore a 240,60 m s.m. circa, quota che corrisponde al piano stradale al termine della trincea (all'incirca in corrispondenza dell'innesto di via Lame); da questo punto, le eventuali acque esondate possono rientrare nell'alveo del rio Tepice.

Sezioni 5 - 6 - 7 (zona dell'ex mulino). Il tratto descritto dalle sezioni 5 - 6 - 7, è quello che comprende il salto dell'ex mulino Alessio (quota soglia 237,93 m s.m.; quota del fondo a valle 235,76 m s.m.; dislivello del fondo: 2,17 m circa). La presenza del salto provoca l'esondazione del rio Tepice per portate uguali o superiori a Tr 20 anni. Nel campo delle portate Tr 20 - 500, il livello a monte del salto (sez. 5) raggiunge quota 240,72 - 241,57 allagando l'area (ex mulino, ora canile) in sponda destra. A valle del salto, anche la piena con Tr 500 anni è contenuta nell'alveo senza rischio di esondazione in sponda destra (lato Cambiano). Si deve segnalare che un eventuale allagamento del piano terra in corrispondenza del fabbricato di civile abitazione nell'area dell'ex mulino potrebbe avvenire nel caso di afflusso di acque (Tr = 200 - 500 anni) attraverso il vecchio tombino stradale realizzato sotto il rilevato ferroviario.

N.B. In questa zona la sponda sinistra fa parte del territorio comunale di Santena.

Sezioni 8 - 13 (dall'ex mulino al tombamento sotto la Sr 29). A valle del salto dell'ex mulino, e fino al tombamento del rio Tepice sotto la rotatoria della S.R. 29, i livelli di piena (anche con Tr 500 anni) sono contenuti nell'alveo senza rischio di esondazione (specialmente in sponda destra, lato Cambiano; sezioni 8 - 9 - 10 - 11). Le acque esondate a monte della ferrovia ed eventualmente defluenti nel sottopasso della S.P. variante per Chieri, possono rientrare nell'alveo del Tepice, dalla sponda destra, nel tratto compreso fra le sezioni 9 e 10. In corrispondenza del tombamento sotto la rotatoria della S.R. 29, (scatolare largo 13 metri e alto 4,9 metri) il franco idraulico risulta di circa 1,5 metri per Tr = 500 anni.

Allo sbocco del tombino, il rio transita a lato del mobilificio 3R, in sponda destra, il cui magazzino a piano terra venne allagato nel corso dell'alluvione del 1994. In base alle verifiche eseguite in questa sede (si veda la sez. 16) il livello idrico è inferiore alla quota della sponda destra per Tr = 20 anni, mentre per Tr = 50 anni è circa 15 cm superiore alla quota della sponda. Si segnala che a seguito dell'alluvione, i proprietari del mobilificio hanno realizzato un muro di protezione entro il confine di proprietà in sponda destra con la funzione di impedire l'afflusso di acque nell'area.

Per quanto riguarda la congruità dei risultati qui sopra richiamati con le classi di pericolosità individuate, per lo stesso tratto, nella carta di sintesi della Città di Santena, si veda il par. 4.6.

Sezioni 13 - 21 (dal tombamento sotto la Sr 29 al ponte della tangenziale). Il tratto del rio Tepice fra le sezioni 13 e 14 funge da confine fra i Comuni di Santena (loc. Fabaro) e Cambiano, mentre il tratto successivo, fino alla tangenziale, è incluso nel territorio di

Cambiano. A partire dalla sez. 14 il rio allaga in sponda sinistra e destra a partire da Tr 20 anni.

L'area dell'impianto di depurazione (sez. 17) non risulta allagabile per Tr = 50 anni, mentre per Tr = 100 anni la quota della sponda destra (lato impianto di depurazione) viene superata. Si segnala che l'acqua di esondazione può allagare via dei Prati e la strada di accesso al depuratore, mentre il fabbricato industriale esistente in zona (ditta Triom) è realizzato su un rilevato a quota più elevata del livello di piena.

A valle del depuratore il piano campagna risulta allagato per Tr = 20 anni.

Il ponte della tangenziale (sul proseguimento della A21 TO-PC), con intradosso a + 2,9 m sul fondo alveo, risulta quasi privo di franco idraulico già per Tr 5 anni, mentre per Tr 20 anni il deflusso sotto il ponte avviene nettamente con sezione piena.

Sezioni 22 - 23 (dal ponte della tangenziale al ponticello di Tetti Avataneo). A valle della tangenziale il rio Tepice attraversa una zona di campi coltivati al confine con Santena (località Tetti Giro / Tetti Avataneo). La sezione dell'alveo, anche per la presenza di vecchi manufatti di presa con salti di fondo (sez. 22, risulta insufficiente anche per Tr 20 anni; l'alveo è delimitato con bassi argini, perciò la portata effettiva convogliabile è limitata dall'altezza degli argini.

Il ponticello di Tetti Avataneo (sez. 23) non garantisce nessun franco idraulico, nemmeno per Tr 5 anni.

Si segnala che i livelli calcolati con il modello idraulico per Tr > 5 - 20 anni sono solo indicativi perché non tengono conto del fatto che la portata effettiva in alveo, in ciascuna sezione, non può essere maggiore di quella che provoca l'esondazione al di sopra degli argini.

Sezioni 23 - 28 (dal ponticello di Tetti Avataneo al ponte del molino della Splua). In questo tratto il Tepice corre lungo il margine nord della regione "Sicilia" segnando il confine con il Comune di Trofarello. L'alveo è arginato lungo le due sponde, perciò la portata effettiva convogliabile dall'alveo è quella che determina l'incipiente esondazione: circa 40 m³/s, corrispondenti a Tr = 5 anni circa. Gli attraversamenti minori (di due strade campestri e della strada di accesso al molino Gallé) risultano tutti senza franco, mentre il ponte della linea ferroviaria Torino - Savona garantisce un franco idraulico di 1,45 m rispetto alla sommità dell'argine sinistro³².

4.2. Rio San Pietro

L'indagine idraulica sul rio San Pietro è stata limitata al tratto lungo circa 0,5 km compreso fra i due ponticelli delle sezioni rilevate 1 e 2.

Il primo ponticello, a Tetti Ghetto è ubicato su una strada privata e sicuramente in disuso (è - fra l'altro - privo di parapetti), mentre il secondo è quello della strada d'accesso alla cascina Benne.

³² I livelli calcolati per Tr > 5 - 20 anni non sono significativi perché superiori alla quota degli argini.

L'alveo è sensibilmente incassato, con una profondità di circa 3,3 m immediatamente a monte della sez. 1, e di circa 4 m nel tratto fra le due sezioni.

La sezione minima dell'alveo è larga 3,7 m alla base ed ha le sponde con scarpa 1:2 circa; il coefficiente medio di scabrezza è stimabile in $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ considerato il forte grado di vegetazione delle sponde.

La pendenza media del fondo alveo fra le sezioni 1 e 2 è di circa 13 m/km.

Nelle tabelle di calcolo che seguono sono indicate le profondità di moto uniforme (y_u) e critica (y_{cr}) nell'alveo "medio" in corrispondenza delle varie portate con $Tr = 5 - 500$ anni.

L (m)	3.70	Tr	y_u	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	$V^2/2g$	Ri	c
y/x[SX]	2.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m^2)	(m/s)	(m^3/s)	(m^3/s)		(m)	(m)	($\text{m}^{1/3}/\text{s}$)
y/x[DX]	2.00	5	1.196	4.90	1.34	1.34	6.38	5.14	2.47	12.70	16.50	0.770	0.31	0.81	25.00
i x 1000	13.00	20	1.528	5.23	1.71	1.71	7.12	6.82	2.77	18.90	24.40	0.775	0.39	0.96	25.00
c [L]	25	50	1.718	5.42	1.92	1.92	7.54	7.83	2.92	22.90	29.50	0.776	0.44	1.04	25.00
c [SX]	25	100	1.856	5.56	2.08	2.08	7.85	8.59	3.03	26.00	33.45	0.777	0.47	1.09	25.00
c [DX]	25	200	1.983	5.68	2.22	2.22	8.13	9.30	3.12	29.00	37.28	0.778	0.50	1.14	25.00
		300	2.056	5.76	2.30	2.30	8.30	9.72	3.17	30.80	39.58	0.778	0.51	1.17	25.00
		500	2.136	5.84	2.39	2.39	8.48	10.18	3.22	32.80	42.13	0.779	0.53	1.20	25.00

L (m)	3.70	Tr	y_{cr}	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	$V^2/2g$	Ri	c
y/x[SX]	2.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m^2)	(m/s)	(m^3/s)	(m^3/s)		(m)	(m)	($\text{m}^{1/3}/\text{s}$)
y/x[DX]	2.00	5	1.014	4.71	1.13	1.13	5.97	4.26	2.28	9.71	12.70	0.765	0.26	0.71	25.00
i x 1000	13.00	20	1.303	5.00	1.46	1.46	6.61	5.67	2.57	14.58	18.90	0.771	0.34	0.86	25.00
c [L]	25	50	1.469	5.17	1.64	1.64	6.98	6.51	2.72	17.72	22.90	0.774	0.38	0.93	25.00
c [SX]	25	100	1.589	5.29	1.78	1.78	7.25	7.14	2.82	20.15	26.00	0.775	0.41	0.98	25.00
c [DX]	25	200	1.700	5.40	1.90	1.90	7.50	7.74	2.91	22.51	29.00	0.776	0.43	1.03	25.00
		300	1.764	5.46	1.97	1.97	7.65	8.08	2.96	23.92	30.80	0.777	0.45	1.06	25.00
		500	1.834	5.53	2.05	2.05	7.80	8.47	3.01	25.49	32.80	0.777	0.46	1.09	25.00

L'altezza critica della corrente, che si ha nella sez. 1, situata immediatamente a monte di un salto di fondo, risulta sempre inferiore all'altezza di moto uniforme (deflusso in condizioni di corrente lenta); le altezze y_u e y_{cr} sopra riportate sono da confrontare con l'altezza delle sponde (minima 3,3 m) e la luce libera sotto i ponticelli:

- ponticello sez. 1 luce libera = 1,63 m
- ponticello sez. 2 luce libera = 3,95 m

Risulta quindi che:

- la profondità della corrente per $Q = 32,8 \text{ m}^3/\text{s}$ è $y_u = 2,1$ metri, perciò è la sezione del rio è sufficiente per contenere anche la portata con $Tr = 500$ anni;
- la luce libera del ponticello della sez. 2 ($3,92 \text{ m} > 2,1 \text{ m}$) è sufficientemente in ogni caso;
- il ponticello della sez. 1 interferisce con la corrente critica in occasione di portate di piena con Tr dell'ordine di 20 - 100 anni.;
- eventuali allagamenti (improbabili perché l'estradosso dell'impalcato è a quota inferiore rispetto alle sponde) potrebbero essere causati dall'ostruzione del ponticello sito nella sezione 1.

4.3. Fosso Rura

Sono stati analizzati i seguenti tratti del fosso Rura significativi ai fini dell'impatto sulle infrastrutture o sull'abitato.

- A) tratto a monte della S.P. Cambiano – Chieri (zona cimitero; sezioni 1 – 3)
- B) tratto a monte di via Camporelle (sezioni 4 – 8)
- C) tratto intubato lungo via Camporelle – via d'Ovia (sezioni 9 – 10)
- D) tratto all'aperto fra la zona edificata e la S.P. variante per Chieri (sezioni 10 –13)
- E) tratto finale fino alla confluenza nel rio Tepice (sezioni 13 –17)

Nella presente revisione i calcoli idraulici sono stati eseguiti in moto permanente utilizzando il programma di calcolo HEC-ras.

4.3.1. Tratto A

Nel tratto a monte della S.P. per Chieri, il fosso Rura ha una pendenza media relativamente elevata (circa 10 m/km) grazie alla quale l'alveo (schematizzabile con una sezione trapezia, con fondo largo 1 m e sponde a 45° alte circa 1,5 - 2 m) può smaltire, di per sé (cioè in assenza di ostacoli), anche le portate duecentennali.

Le verifiche eseguite in moto permanente (si veda l'Allegato 2.3) indicano che le esondazioni avvengono in corrispondenza delle strozzature dovute ai tombini idraulici presenti:

- tombino sottopassante la S.P. per Pecetto (sez. 1): risulta sufficiente per Tr 5 anni, ma già insufficiente per Tr 20 anni, con possibile allagamento della strada;
- tombino su strada per accesso ai campi (sez. 2): sufficiente per Tr 20 – 100; provoca l'esondazione in sinistra per Tr 500;
- tombino sottopassante la S.P. Cambiano – Chieri: l'imbocco avviene a sezione piena già per Tr 20 anni; il rigurgito è contenuto nell'alveo (arginato in sponda destra) fino a portate con Tr 100 anni; per portate superiori il fosso esonda in sponda destra allagando i campi. In base ai calcoli eseguiti in questa sede, il livello massimo per Tr 500 anni nella sez. 3 è 256,85 m s.m., e non raggiunge quindi la quota della strada lungo il lato nord del cimitero, a quota minima 256,95 m s.m.. Analogamente, la sede stradale, in corrispondenza del tombino, non viene comunque interessata dalle acque esondate. (Qualora il livello superasse il massimo calcolato a monte della S.P. la tracimazione dell'acqua avverrebbe comunque in corrispondenza dell'angolo del cimitero (quota strada fra 256,69 e 257,07 m s.m.). Per Tr 200 il livello calcolato è 256,5 m s.m., comunque inferiore alla quota della strada.
- In conclusione, l'area fra il cimitero e il fosso Rura può essere allagata per effetto di eventi meteo con tempo di ritorno superiore a 100 anni; la quota massima dell'allagamento (per Tr 500 anni) è di circa 10 cm inferiore alla quota della strada in corrispondenza dell'angolo nord-est del cimitero (256,95 m s.m.).

N.B. Si osserva che il franco idraulico di 1 metro non è garantito da nessuno dei suddetti tombini nemmeno per le portate Tr 5 anni.

4.3.2. Tratto B

Nel tratto compreso fra la S.P. per Chieri e l'area urbanizzata lungo via Camporelle il fosso Rura è parzialmente arginato e segue un percorso che non coincide con il fondovalle. Le acque che da esso esondano in caso di eventi meteo gravosi si riversano quindi nelle zone più depresse (si veda ad esempio la sez. 8 nella quale è stata rilevata una depressione a quota 250,89 m s.m.) dalle quali non possono defluire facilmente a causa dell'assetto delle zone circostanti. In particolare le acque di esondazione che tendono a defluire verso sud, seguendo la naturale pendenza del terreno, devono necessariamente scavalcare il sedime di via Camporelle (con quote del piano stradale comprese fra 250,85 e 251,28 m s.m.). In una zona circoscritta a monte di via Camporelle possono formarsi accumuli d'acqua con altezza anche di $\frac{1}{2}$ metro a causa delle modifiche apportate nelle zone circostanti con la realizzazione di piazzali in rilevato e muretti di protezione.

Il tratto B ha una pendenza media di 6,8 m/km ed è interessato da un solo modesto attraversamento di strada campestre realizzato (Sez. 7) con una tubazione in cls. di diametro 1000 mm.

I livelli di piena del fosso sono condizionati da questo attraversamento (insufficiente anche per $Tr = 5$) che provoca l'esondazione in sponda sinistra del fosso, e soprattutto, dal successivo tratto tombato sotto via Camporelle che, in base ai calcoli eseguiti, non può smaltire, a sezione piena, più di $2 \text{ m}^3/\text{s}$ (si veda, a questo riguardo, il paragrafo successivo).

L'insufficiente capacità di portata del tratto tombato provoca, secondo il modello idraulico implementato in questa sede, l'esondazione del fosso già a partire dalla sez. 8 a monte di via Camporelle. L'esondazione riguarda soprattutto la sponda sinistra del fosso (sez. 8) a partire da portate con $Tr = 20$ anni; le aree depresse cui si è fatto prima cenno, risulterebbero, in base alla sez. 8) allagabili solo per portate superiori a $Tr 100$ anni; in realtà tali aree possono essere facilmente allagate anche dalle acque già esondate a monte (sez. 7) con tempi di ritorno di 5 - 20 anni.

Per stimare le effettive altezze d'acqua che possono interessare la zona abitata, si è ritenuto necessario eseguire un rilievo delle quote di via Camporelle e delle vie che da essa si diramano che, in caso di allagamento, fungono da vie di fuga per le acque esondate.

In base al rilievo eseguito risulta quanto segue:

- 1) Le acque che esondano a monte del tratto tombato, cioè a monte della sez. 9, defluiscono sulla strada asfaltata e sui piazzali circostanti scolando verso sud in direzione di via Camporelle.
- 2) Con riferimento alla situazione attuale (novembre 2010) la fascia libera che può servire utilmente per il deflusso delle acque di esondazione sulla strada a monte di via Camporelle è larga circa 17 metri, con pendenza media di 5 m/km fra le quote 251,25 (lato imbocco tombino) e 250,85 m s.m. (incrocio).
- 3) Con riferimento alle portate qui sotto indicate (sez. idrografica RU₃) le portate ($Q_s = Q(\text{RU}_3) - 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$) destinate a defluire sulla sede stradale a causa dell'insufficiente dimensionamento del tratto tombato (che può convogliare al massimo $2 \text{ m}^3/\text{s}$ con

sezione piena – si veda il par. 4.3.3), vanno da 0,7 m³/s (per Tr 5) a 4,2 m³/s (per Tr 500 anni).

	Tr 5	Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 300	Tr 500
RU₃ (m³/s)	2,7	3,7	4,4	5,0	5,5	5,8	6,2
Q_s (m³/s)	0,7	1,7	2,4	3,0	3,5	3,8	4,2

- 4) Il deflusso sul piano strada, in condizioni di moto uniforme (e corrente lenta), avviene (per una sezione di deflusso larga 17 metri, con pendenza 0,5 m/km) con le altezze d'acqua e le velocità qui sotto indicate:

L (m)	17.00	Tr	Y	b	B _[SX]	B _[DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	5	0.124	17.00	0.12	0.12	17.25	2.12	0.33	0.70	2.34	0.300	0.01	0.12	60.00
i x 1000	0.50	20	0.213	17.00	0.21	0.21	17.43	3.62	0.47	1.70	5.22	0.326	0.01	0.21	60.00
c [L]	60	50	0.262	17.00	0.26	0.26	17.52	4.46	0.54	2.40	7.15	0.336	0.01	0.25	60.00
c [SX]	60	100	0.300	17.00	0.30	0.30	17.60	5.10	0.59	3.00	8.76	0.342	0.02	0.29	60.00
c [DX]	60	200	0.330	17.00	0.33	0.33	17.66	5.61	0.62	3.50	10.08	0.347	0.02	0.32	60.00
		300	0.347	17.00	0.35	0.35	17.69	5.89	0.64	3.80	10.87	0.350	0.02	0.33	60.00
		500	0.369	17.00	0.37	0.37	17.74	6.27	0.67	4.20	11.91	0.353	0.02	0.35	60.00

Risultano quindi altezze d'acqua di 30 cm sul piano strada per Tr = 100 anni e di circa 40 cm per Tr 500 anni, con velocità di 0,6 – 0,7 m/s.

- 5) Giunte in via Camporelle, le acque esondate proseguono verso sud scolando, principalmente, lungo le tre vie che si trovano nel raggio di 20 – 40 metri dal punto di sbocco delle acque su via Camporelle;
- via 1) interno via Camporelle: larghezza della via nel tratto iniziale all'innesto su via Camporelle: circa 14 m; quota 250,85 m s.m.;
 - via 2) interno via Camporelle: larghezza nel tratto iniziale circa 8,4 m; quota 250,87 m s.m.;
 - via Giacomo Leopardi: larghezza nel tratto iniziale circa 11,3 metri; quota 250,91.
- 6) Assumendo che la portata defluisca in condizioni di corrente critica all'imbocco di ciascuna via (ipotesi plausibile perché le suddette vie hanno una forte pendenza verso valle), le portate esondate si ripartiscono come indicato nella tabella che segue. Come si può osservare dalla tabella, anche in corrispondenza della portata esondata con Tr = 500 anni, il livello sul piano strada di via Camporelle, necessario per fare defluire la portata, non supera i 20 cm circa (si veda la tabella di calcolo riprodotta nella pagina che segue).
- 7) In conclusione, in base a quanto visto sopra, il livello dell'acqua sul piano stradale può arrivare fino a circa 40 cm (Tr 200 – 500) nel tratto di strada a monte di via Camporelle (con velocità massime dell'ordine di 0,7 m/s), mentre lungo via Camporelle l'altezza d'acqua è limitata a circa 20 cm (per Tr 200 – 500).

Tabella 1 – ripartizione delle portate esondate sul piano stradale di via Camporelle

		via 1	via 2	via Leopardi	Q tot
L (m)		14	8.4	11.3	
quota (m s.m.)		250.85	250.87	250.91	
Tr 5	H (m s.m.)	250.93	250.93	250.93	0.71
	h (m)	0.08	0.06	0.02	
	Q (m ³ /s)	0.49	0.18	0.04	
Tr 20	H (m s.m.)	250.97	250.97	250.97	1.70
	h (m)	0.12	0.10	0.06	
	Q (m ³ /s)	0.98	0.45	0.28	
Tr 50	H (m s.m.)	250.99	250.99	250.99	2.40
	h (m)	0.14	0.12	0.08	
	Q (m ³ /s)	1.30	0.63	0.47	
Tr 100	H (m s.m.)	251.01	251.01	251.01	3.00
	h (m)	0.16	0.14	0.10	
	Q (m ³ /s)	1.58	0.78	0.64	
Tr 200	H (m s.m.)	251.03	251.03	251.03	3.50
	h (m)	0.18	0.16	0.12	
	Q (m ³ /s)	1.80	0.91	0.79	
Tr 300	H (m s.m.)	251.04	251.04	251.04	3.80
	h (m)	0.19	0.17	0.13	
	Q (m ³ /s)	1.94	0.98	0.88	
Tr 500	H (m s.m.)	251.05	251.05	251.05	4.20
	h (m)	0.20	0.18	0.14	
	Q (m ³ /s)	2.12	1.08	1.00	

4.3.3. Tratto C

Si tratta del tronco intubato sotto via Camporelle – via d’Ovia che sottopassa il deposito materiali del Comune e, subito a valle di questo, si biforca in due rami:

- il ramo sinistro, con diametro 1000 – 800 mm, sfocia nuovamente nell’alveo del fosso Rura (lo sbocco di questo tubo – Di = 800 mm – avviene nella sez. 10 rilevata);
- il ramo destro, con diametro Di = 800 mm, prosegue completamente intubato sotto via d’Ovia e sotto un tratto di strada dei Mosi fino alle sezz. 14 - 15 rilevate.

Poiché non sono note in dettaglio le caratteristiche geometriche di queste tubazioni (che sono ispezionabili solo per brevi tratti e che risultano, fra l’altro, in parte dissestate), quella che segue è solo una stima di larga massima della attuale capacità di smaltimento. Si semplifica la reale situazione del tratto tombato ipotizzando che esso equivalga idraulicamente ad una coppia di tubi di 800 mm di diametro posati con pendenza costante.

- capacità di smaltimento del ramo sinistro: diametro minimo (sbocco) Di = 800 mm; dislivello totale del tombamento fra le sezioni 9 e 10: $dy = 249,34 - 248,31 = 1,03$ m; percorso complessivo fra le sezz. 9 – 10 circa 250 metri; pendenza media $if = 4$ m/km. Portata massima smaltibile circa $0,8$ m³/s
- capacità di smaltimento del ramo destro: diametro minimo (sbocco) Di = 800 mm; dislivello totale del tombamento fra le sezioni 9 e 15: $dy = 249,34 - 240,61 = 8,73$ m;

percorso complessivo fra le sezz. 9 - 15 circa 875 metri; pendenza media $if = 10$ m/km. Portata massima smaltibile circa $1,3$ m³/s.

- In conclusione, il tratto tombato sotto via Camporelle - via d'Ovia è in grado di smaltire una portata complessiva dell'ordine di 2 m³/s che è dello stesso ordine di grandezza della portata con $Tr = 5$ anni nella Sez. idrografica TM 3. Considerato che nel tratto tombato affluiscono anche gli apporti del bacino urbano CN, le sezioni idrauliche risultano insufficienti anche per eventi con $Tr = 5$ anni.

Si precisa che analogo calcolo è stato eseguito modellando le tubazioni come tratti tombati con il codice di calcolo HEC-ras, ottenendo risultati compatibili con i precedenti.

4.3.4. Tratto D

Il tratto D (sez. 10 - 13) si trova a valle dell'area abitata ed ha caratteristiche di canale irriguo: è infatti pensile rispetto al piano campagna e scorre lungo un percorso che non coincide con il fondovalle.

Le verifiche eseguite in moto permanente con il modello HEC-ras indicano che il fosso può smaltire portate dell'ordine di Tr 20, mentre in corrispondenza dell'attraversamento della S.P. variante per Chieri il fosso esonda in sponda destra per portate superiori a $Tr = 5$ anni. Il deflusso nel tombino della S.P. variante avviene con sezione piena anche per $Tr = 5$ anni.

A causa della conformazione del terreno, la portata esondata non allaga la S.P. in corrispondenza del tombino, ma circa 300 metri a sud, in corrispondenza dell'incrocio con via d'Ovia.

4.3.5. Tratto E

Il tratto E (sez. 13 - 17) si sviluppa nel fondovalle del rio Tepice fino alla confluenza. Si segnala la presenza di un tratto tombato lungo via Mosetti (fra le sezioni 14 e 15, lunghezza circa 104 metri) che raccoglie le acque provenienti³³ da via d'Ovia e quelle del fosso che si immette sotto la strada con un tubo $Di = 800$ mm.

Le verifiche eseguite in moto permanente con il modello HEC-ras indicano che in corrispondenza dell'attraversamento di strada Mosetti il fosso esonda in sponda destra e sinistra portate uguali o superiori a $Tr = 5$ anni.

A valle di strada Mosetti il fosso tende ad rimanere confinato nel suo alveo (si veda la sez. 16) anche in presenza delle portate più elevate (si fa qui riferimento alle sole portate del fosso Rura e non a quelle del rio Tepice che scorre a poca distanza nello stesso fondo valle).

L'attraversamento della ferrovia avviene mediante tombino ad arco in muratura che risulta, in base ai calcoli in moto permanente, funzionare a sezione piena per portate (del solo fosso Rura) uguali o superiori a Tr 200 anni.

³³ Non sono presenti camerette d'ispezione, perciò quanto qui indicato è ciò che, realisticamente, viene presunto.

4.3.6. Conclusioni sul fosso Rura

La presenza di un tratto tombato insufficiente in via Camporelle – via d’Ovia determina il rischio di allagamento della zona abitata a nord di via Camporelle.

Si precisa che allagamenti in questa zona sono stati documentati per l’evento alluvionale del novembre 1994 ed in occasione di un violento temporale nel giugno del 1998, tuttavia, in base alle informazioni prese sul posto, non sembra che il rischio di allagamento sia elevato come risulterebbe dai calcoli idrologici ed idraulici che indicano un tempo di ritorno di circa 5 anni. Ciò è dovuto, probabilmente, al fatto che nei calcoli qui eseguiti non si è tenuto conto dell’effetto di laminazione dell’onda di piena causato dagli allagamenti che si producono nelle aree a monte dell’abitato.

Per quanto noto, l’evento più critico per l’area a nord di via Camporelle è stato quello del novembre 1994 nel corso del quale l’area depressa individuata nella sez. 8 è stata allagata ed è stato necessario l’intervento dei vigili del fuoco per evacuare gli abitanti di un’abitazione a piano terra.

Si ritiene che gli interventi per rimediare a tale situazione non dovrebbero essere particolarmente onerosi; si veda, a tale riguardo il par. 6.2.

4.4. Rio Temo

Per le valutazioni idrauliche sul rio Temo occorre distinguere i seguenti tratti:

- A) il tratto a monte di via Martiri della Libertà (Sezione idrografica T₁) dove l’alveo inciso è presente solo nei pressi della suddetta via; l’area del bacino è quasi totalmente coperta da campi coltivati;
- B) il tratto intubato compreso fra via Martiri della Libertà e via Carnia;
- C) il tratto intubato (a proseguimento del precedente) fra via Carnia e la ferrovia Torino – Piacenza;
- D) il tratto a valle della ferrovia, di proprietà demaniale fino allo sbocco nel rio Tepice, che è stato disalveato e risagomato (lavori eseguiti nell’anno 2000) per renderlo idoneo a smaltire la portata centenaria.

Si sottolinea che l’alveo del rio Temo è di proprietà demaniale solo nel tratto a valle della linea ferroviaria Torino – Piacenza.

4.4.1. Rio Temo a monte di via Martiri della Libertà.

In questo tratto le acque scorrono liberamente sul piano campagna e sono incanalate solo per un breve tratto a monte di via Martiri della Libertà in un fosso con sezione trapezia, (largo 80 cm alla base, 200 cm in sommità e profondo circa 150 cm), che corre in fregio ad un paio di lotti fabbricati protetti dalle esondazioni del rio da un muro continuo alto circa 80 cm sul piano campagna.

Le portate stimate nella sezione di chiusura del bacino (Sez. idrografica TM₁) sono indicate nella prima colonna della tabella che segue:

Sezione idrografica →	TM ₁	TM ₂	TM ₃	TM ₄	TM _{2A}
TR 5	2,6	3,6	5,1	5,4	1,1
TR 20	3,6	5,2	7,3	7,8	1,6
TR 50	4,3	6,2	8,8	9,3	1,9
TR 100	4,9	6,9	9,9	10,5	2,2
TR 200	5,4	7,7	11,0	11,7	2,4
TR 300	5,7	8,2	11,6	12,4	2,5
TR 500	6,1	8,8	12,4	13,2	2,7

Poiché la pendenza media del fondo valle nei pressi della sezione TM₁ è dell'1% circa, si può stimare in circa 4 m³/s (confrontabile con la portata Tr 50 anni) la capacità di portata del fosso con profondità d'acqua di 1,5 m (si veda la tabella che segue).

L (m)	0.80	Y	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	2.00	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	2.00													
SX (gradi)	26.57	0.000	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	25.00
DX (gradi)	26.57	0.250	1.05	0.28	0.28	1.36	0.23	0.77	0.18	0.34	0.522	0.03	0.17	25.00
Yo (m)	0.00	0.500	1.30	0.56	0.56	1.92	0.53	1.05	0.55	1.04	0.530	0.06	0.27	25.00
dY (m)	0.25	0.750	1.55	0.84	0.84	2.48	0.88	1.26	1.11	2.08	0.531	0.08	0.36	25.00
i x 1000	10.00	1.000	1.80	1.12	1.12	3.04	1.30	1.42	1.85	3.46	0.534	0.10	0.43	25.00
c [L]	25	1.250	2.05	1.40	1.40	3.60	1.78	1.57	2.79	5.20	0.536	0.12	0.50	25.00
c [SX]	25	1.500	2.30	1.68	1.68	4.15	2.33	1.70	3.95	7.32	0.539	0.15	0.56	25.00
c [DX]	25													

Il fosso è però strozzato, poco a monte dell'inizio del tratto tombato, da un attraversamento pedonale realizzato con una tubazione Di 800 mm posata con il fondo a 1,60 m dal piano campagna.

Si può stimare che la strozzatura provocata dalla tubazione Di 800 mm determini l'esondazione del rio per portate dell'ordine di 2 m³/s, corrispondenti ad un tempo di ritorno di circa 5 anni.

Per quanto riguarda l'imbocco diametro 1250 mm del tratto tombato (con fondo tubo a quota - 2,30 m dal piano strada), si deve verificare se la portata smaltibile dalla fognatura sia compatibile con quella che può entrare nell'imbocco.

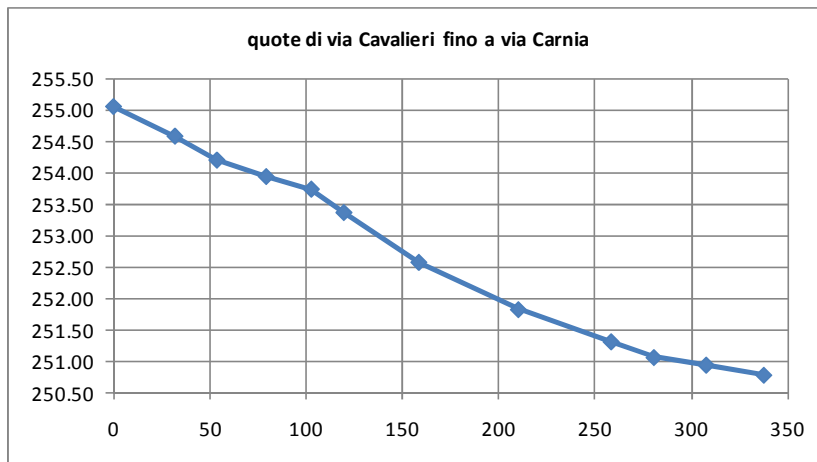
La portata smaltibile a tubo pieno dal tratto di fognatura a valle è di 4,6 m³/s come risulta dalla tabella riportata nel successivo paragrafo. Dalla stessa tabella risulta che il termine cinetico della corrente fluente a tubo pieno è $V^2/2g = 0,73$ m, perciò il carico totale che la corrente liquida deve possedere, a monte dell'imbocco, per poter affluire nella tubazione (supponendo una perdita di carico concentrata all'imbocco pari a 0,5 volte il termine cinetico) è $H = 1,20$ m + $1,5 \times 0,73$ m = 2,3 m; poiché il fondo tubo è, come già sopra indicato, a circa - 2,30 m dal piano strada il livello della corrente a monte dell'imbocco coincide con la quota del piano strada quando la portata smaltita è di circa 4,6 m³/s (cioè associabile ad un evento con tempo di ritorno dell'ordine di Tr 50 - 100 anni).

In conclusione, **se si elimina l'inutile strozzatura provocata dal tubo D 800 mm posto poco a monte dell'inizio del tratto tombato**, si può stimare che le condizioni di incipiente allagamento della strada da parte del rio Temo, in corrispondenza dell'imbocco del tratto intubato, si verifichino per eventi con Tr compreso fra 50 e 100 anni.

4.4.2. Rio Temo nel tratto intubato fino a via Carnia – via Bussolette

In questo tratto il collettore bianco esistente ha diametro 1250 mm (secondo il progetto originale dell'ing. Chiaves, anno 1973) e segue il tracciato di via Cavalieri di Vittorio Veneto fino all'incrocio con via Bussolette sostituendo completamente l'alveo del rio del quale attualmente non rimane alcuna traccia.

La pendenza media del piano strada è di 12,6 m/km fra l'inizio del tratto intubato e l'inizio di via Carnia sotto la quale la tubazione prosegue. La pendenza è stata ricavata dal rilievo appositamente eseguito per le valutazioni oggetto della presente (si veda il profilo schematico nella figura che segue).



Considerate le caratteristiche della tubazione e la pendenza media sopra indicata, la capacità di portata della fognatura a sezione piena ($Y = 1,250$ m) risulta di circa $4,6 \text{ m}^3/\text{s}$ come indicato nella tabella che segue:

SEZ. CIRCOLARE		Y	η	b	B	A	V	Q	Qc	Fr	$V^2/2g$	Ri	tau
SCALA DI DEFLUSSO IN CONDIZIONI DI MOTO UNIFORME		(m)	(%)	(m)	(m)	(m^2)	(m/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(-)	(m)	(m)	(kg/m^2)
	0.625	0.500	1.250	1.963	0.614	3.783	2.3215	1.3465	1.724	0.730	0.313	3.750	
	0.750	0.600	1.225	2.215	0.769	4.057	3.1193	1.9078	1.635	0.839	0.347	4.165	
	rev. 05102010	0.875	0.700	1.146	2.478	0.918	4.237	3.8873	2.5719	1.511	0.915	0.370	4.444
D (m)	1.2500	0.938	0.750	1.083	2.618	0.987	4.288	4.2338	2.9530	1.434	0.937	0.377	4.525
i (1/1000)	12.00	1.000	0.800	1.000	2.768	1.052	4.312	4.5383	3.3818	1.342	0.948	0.380	4.563
c	75	1.250	1.000	0.000	3.927	1.227	3.783	4.6430			0.730	0.313	3.750

La tubazione è quindi teoricamente idonea per smaltire, a sezione piena, e grazie alla sensibile pendenza, portate associabili ad eventi con $Tr = 50 - 100$ anni.

In pratica, occorre considerare che la forte velocità nella tubazione (circa 4 m/s per grado di riempimento superiore al 50%) può provocare fenomeni di rigurgito in corrispondenza di deviazioni, ostacoli, etc., perciò, a parere dello scrivente, è prudente considerare che la fognatura esistente non possa smaltire, in questo tratto, portate effettive superiori a circa $3 - 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondenti ad eventi con $Tr = 20$ anni.

Ciò premesso, si valuta qui di seguito l'altezza d'acqua sul piano strada in corrispondenza di eventi con Tr maggiore di 20 anni. In questi casi la portata generata dal bacino idrografico del rio Temo nella sezione TM₁ defluisce per una parte nella fognatura (circa 3,6 m³/s, come sopra indicato) e per la parte restante (Q₁), indicata nella tabella che segue, sul piano strada.

Sezione idrografica →	TM ₁	Q ₁
TR 5	2,6	-
TR 20	3,6	-
TR 50	4,3	0,7
TR 100	4,9	1,3
TR 200	5,4	1,8
TR 300	5,7	2,1
TR 500	6,1	2,5

Considerando la larghezza della sola piattaforma stradale (L = 8 metri circa, escludendo il marciapiede) e la pendenza media del profilo stradale (circa 1,2%) le portate sopra indicate defluiscono, in condizioni di moto uniforme, con le altezze (Y) e le velocità (V) indicate nella tabella di calcolo che segue.

L (m)	8.00	Tr	Y	b	B [sx]	B [dx]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	50	0.075	8.00	0.08	0.08	8.15	0.60	1.16	0.70	0.52	1.347	0.07	0.07	60.00
i x 1000	12.00	100	0.110	8.00	0.11	0.11	8.22	0.88	1.48	1.30	0.91	1.426	0.11	0.11	60.00
c [L]	60	200	0.134	8.00	0.13	0.13	8.27	1.07	1.68	1.80	1.23	1.468	0.14	0.13	60.00
c [SX]	60	300	0.147	8.00	0.15	0.15	8.29	1.18	1.79	2.10	1.41	1.488	0.16	0.14	60.00
c [DX]	60	500	0.163	8.00	0.16	0.16	8.33	1.31	1.91	2.50	1.65	1.511	0.19	0.16	60.00

Si può notare che le altezze d'acqua sono sempre modeste (meno di 10 cm per Tr 50 e meno di 20 per Tr 500) ma le velocità superano sempre gli 1,2 m/s ed arrivano a 1,9 m/s per Tr 500.

In corrispondenza dell'incrocio fra via Cavalieri, via Bussolette e via Carnia, le pendenze sono sensibilmente inferiori (circa 0,5% negli ultimi 50 metri a monte di via Carnia – via Bussolette) e si creano le condizioni per la formazione, in caso di esondazione, di una sorta di piccolo “invaso” che alimenta, come descritto nel seguito, via Carnia e, in misura minore, via Bussolette. I livelli d'acqua che si possono formare in tale zona sono compresi fra 8 cm (per Tr 20) e circa 30 cm (per Tr 500). Si veda, al riguardo, quanto esposto nel seguito.

4.4.3. Rio Temo nel tratto intubato da via Carnia alla S.R. 29

La tubazione esistente (che, come già sopra accennato ha di fatto ha sostituito il rio scostandosi anche dal suo originale tracciato) è stata ricostruita nel 2003 con diametro maggiore (Di 1500 mm), e pendenza minore, a monte della S.S. 29.

In questo tratto ricostruito la portata di dimensionamento (in base ai dati del progetto redatto da HY.M. Studio – feb. 2002) è di 3,5 m³/s per una tubazione con riempimento del 70% (e coefficiente di scabrezza C = 65 m^{1/3}/s). Considerando la stessa tubazione a sezione piena e con un coefficiente di scabrezza meno cautelativo, ma comunque realistico, (C = 75 m^{1/3}/s), la portata massima effettivamente smaltibile in corrispondenza della S.R. 29 è stimabile in circa 4,9 m³/s.

SEZ. CIRCOLARE	Y	η	b	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	tau	
SCALA DI DEFLUSSO IN CONDIZIONI DI MOTO UNIFORME	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(-)	(m)	(m)	(kg/m ²)	
	0.750	0.500	1.500	2.356	0.884	2.758	2.4367	2.1240	1.147	0.388	0.375	1.875	
	0.900	0.600	1.470	2.658	1.107	2.958	3.2742	3.0094	1.088	0.446	0.416	2.082	
rev. 05102010	1.050	0.700	1.375	2.973	1.321	3.088	4.0803	4.0570	1.006	0.486	0.444	2.222	
D (m)	1.5000	1.125	0.750	1.299	3.142	1.422	3.126	4.4440	4.6582	0.954	0.498	0.453	2.263
i (1/1000)	5.00	1.200	0.800	1.200	3.321	1.516	3.143	4.7637	5.3345	0.893	0.504	0.456	2.281
c	75	1.500	1.000	0.000	4.712	1.767	2.758	4.8735			0.388	0.375	1.875

La portata smaltibile dal tombino sottopassante la ferrovia (si veda la verifica riportata nel successivo paragrafo 4.4.6) è di circa 5,4 m³/s, mentre la portata smaltibile dalla condotta a valle³⁴, diametro 1700 mm, con riempimento del 75% è dell'ordine di 7,9 m³/s.

In conclusione, nel tratto compreso fra via Cavalieri di Vittorio Veneto e la S.R. 29 (via Nazionale) la portata meteorica smaltibile dalla esistente fognatura bianca è di circa 4,9 m³/s.

Confrontando le portate calcolate in questa sede con il metodo cinematico (bacini TM₂ e TM₃), con la capacità di smaltimento della fognatura, si dovrebbe concludere che la fognatura attuale è insufficiente per portate superiori a quelle con Tr = 5 anni, come risulta confrontando la portata massima smaltita (4,9 m³/s) con i valori delle portate al colmo calcolati in corrispondenza delle sezioni idrografiche TM₂ (inizio di via Carnia lato monte) e TM₃ (tombino di attraversamento della S.R. 29):

Sezione idrografica →	TM ₂	TM ₃
TR 5	3,6	5,1
TR 20	5,2	7,3
TR 50	6,2	8,8
TR 100	6,9	9,9
TR 200	7,7	11,0
TR 300	8,2	11,6
TR 500	8,8	12,4

Ciò non corrisponde, in effetti, alla realtà dei fatti, perché il dato storico è che la fognatura “del Temo” è risultata sicuramente insufficiente solo in occasione dell'alluvione del novembre 1994. Inoltre, le verifiche della fognatura eseguite con il classico “metodo dell'invaso”, indicano che la fognatura è correttamente dimensionata per piogge intense con Tr = 20 anni. Si deve quindi tenere presente che le portate calcolate in questa sede per i bacini del rio Temo con il metodo cinematico risultano, molto probabilmente, sovrastimate.

³⁴ Nel 2004 il Comune di Cambiano ha approvato il progetto definitivo, redatto dallo scrivente, per eliminare un tratto di tubazione di diametro 1000 mm, lungo 5 metri, che “strozza” il collettore D 1700 mm immediatamente a valle della ferrovia. Nel progetto è prevista anche la sostituzione di circa 30 metri della tubazione D 1700 mm (ammalorata) con una sezione scatolare B x H = 2,0 m x 2,20 m dimensionato per smaltire la portata di progetto di 10,5 m³/s (corrispondente a Tr 100 anni) fino al nuovo inalveamento del rio Temo nel tratto demaniale realizzato nel 2000. Attualmente i suddetti lavori non sono ancora stati eseguiti, tuttavia le verifiche vengono eseguite prescindendo dalla suddetta (assurda) strozzatura che deve tassativamente essere eliminata.

Ciò premesso, si ritiene comunque utile valutare quale potrebbe essere, nella circostante area urbanizzata di via Carnia e via Bussolette, l'impatto delle portate "teoriche" ($Q_2 = Q(TM_2) - 4,9$; $Q_3 = Q(TM_3) - 4,9$) eccedenti la capacità di portata della fognatura.

Sezione idrografica →	TM ₂	Q ₂	TM ₃	Q ₃
TR 5	3,6		5,1	0,2
TR 20	5,2	0,3	7,3	2,4
TR 50	6,2	1,3	8,8	3,9
TR 100	6,9	2,0	9,9	5,0
TR 200	7,7	2,8	11,0	6,1
TR 300	8,2	3,3	11,6	6,7
TR 500	8,8	3,9	12,4	7,5

In base al rilievo delle quote stradali eseguito in questa sede, risulta che in caso di allagamento del piano stradale le acque che provengono da via Martiri e via Cavalieri di Vittorio Veneto tendono ad invadere direttamente via Carnia e, in misura minore, via Bussolette, mentre si deve escludere, in base alle quote rilevate (agosto 2010), che le stesse acque si possano riversare in via del Temo che si trova, nella sua sezione di monte, ad una quota più alta di circa 40 - 45 cm rispetto al nodo formato da Via Cavalieri, via Carnia e via Bussolette.

Ciò premesso, considerate le quote e le larghezze del piano strada:

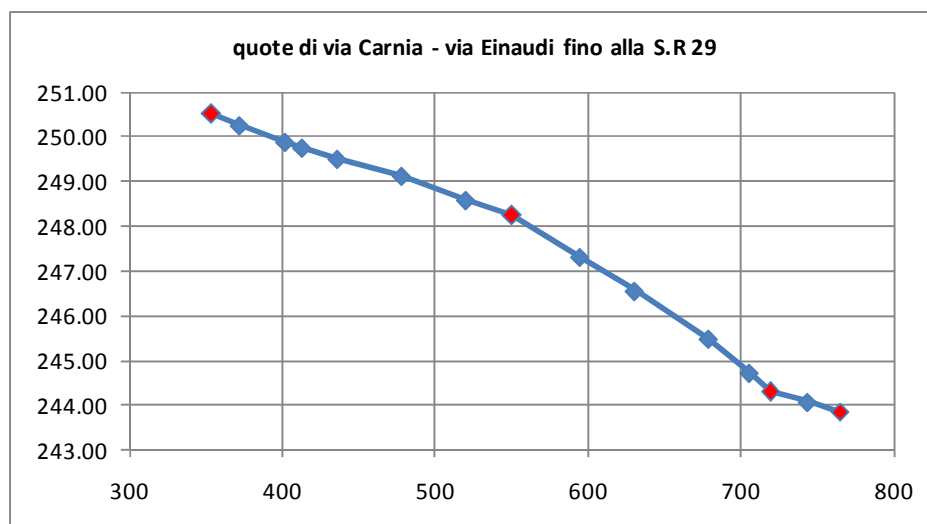
- Via Carnia: quota inizio 250,70 m s.m. all'incrocio con via Bussolette; L = 8,15 metri
- Via Bussolette: quota inizio 250,80 m s.m. all'incrocio con via Carnia; L = 6,95 metri

si stima che le portate esondate provenienti da monte (cioè le portate calcolate per la sezione idrografica TM₂ che eccedono la capacità di portata della fognatura) vengano ripartite come indicato qui di seguito:

			Tr 5	Tr 20	Tr 50	Tr 100	Tr 200	Tr 300	Tr 500
		TM ₂	3.6	5.2	6.2	6.9	7.7	8.2	8.8
		Q ₂	0	0.3	1.3	2	2.8	3.3	3.9
		Livello a monte →	250.778	250.878	250.925	250.971	250.998	251.028	
via Carnia									
y _f (m s.m.) =	250.7	h(m) →		0.078	0.178	0.225	0.271	0.298	0.328
L (m) =	8.15	Q(m ³ /s) →		0.3	1.0	1.5	2.0	2.3	2.6
		%Q _{tot} →		100	80	74	70	68	67
via Bussolette									
y _f (m s.m.) =	250.8	h(m) →		0.000	0.078	0.125	0.171	0.198	0.228
L (m) =	6.95	Q(m ³ /s) →		0.0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3
		%Q _{tot} →		0	20	26	30	32	33
		Q _{tot} →		0.300	1.300	1.999	2.799	3.299	3.899

Si può osservare che, in base alla geometria della sede stradale, in via Carnia affluisce una percentuale della portata esondata che va dal 70% al 100% del totale.

Per valutare gli effetti in via Carnia, si stimano qui di seguito le altezze d'acqua, calcolate in condizioni di moto uniforme, sulla sede stradale che, in base ai rilievi eseguiti, ha una pendenza media nei tre tratti qui sotto evidenziati pari rispettivamente a 11,6 m/km (a monte di via Mallone) – 23,4 m/km (fino alla rotonda) e 9,8 m/km (a valle della rotonda).



Considerando la larghezza media della sola piattaforma stradale ($L = 7,8$ metri, escludendo il marciapiede) e la pendenza media del profilo stradale (circa 1,16% nel primo tratto di via Carnia a monte di via Mallone) le portate sopra indicate defluiscono, in condizioni di moto uniforme, con le altezze (Y) e le velocità (V) indicate nella tabella di calcolo che segue.

L (m)	7.80	Tr	Y	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	20	0.046	7.80	0.05	0.05	7.89	0.36	0.83	0.30	0.24	1.227	0.03	0.05	60.00
i x 1000	11.60	50	0.096	7.80	0.10	0.10	7.99	0.75	1.33	1.00	0.73	1.374	0.09	0.09	60.00
c [L]	60	100	0.123	7.80	0.12	0.12	8.05	0.96	1.56	1.50	1.05	1.425	0.12	0.12	60.00
c [SX]	60	200	0.146	7.80	0.15	0.15	8.09	1.14	1.75	2.00	1.37	1.462	0.16	0.14	60.00
c [DX]	60	300	0.159	7.80	0.16	0.16	8.12	1.24	1.85	2.30	1.56	1.479	0.17	0.15	60.00
		500	0.172	7.80	0.17	0.17	8.14	1.34	1.94	2.60	1.74	1.495	0.19	0.16	60.00

Si può osservare che le altezze d'acqua sono – grazie alla sensibile pendenza di via Carnia – sempre inferiori ai 20 cm, mentre le velocità della corrente sono comprese fra gli 1 e i 2 metri al secondo.

Nel secondo tratto, a valle di via Mallone fino alla rotonda su via Einaudi, la larghezza minima di via Carnia è di 10,5 m, mentre la pendenza media è del 2,34%. Le portate Q_2 sopra indicate defluiscono, in condizioni di moto uniforme, con le altezze (Y) e le velocità (V) indicate nella tabella di calcolo che segue.

L (m)	10.50	Tr	Y	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	20	0.031	10.50	0.03	0.03	10.56	0.33	0.91	0.30	0.18	1.639	0.04	0.03	60.00
i x 1000	23.40	50	0.065	10.50	0.06	0.06	10.63	0.68	1.47	1.00	0.54	1.842	0.11	0.06	60.00
c [L]	60	100	0.083	10.50	0.08	0.08	10.67	0.87	1.73	1.50	0.78	1.915	0.15	0.08	60.00
c [SX]	60	200	0.099	10.50	0.10	0.10	10.70	1.03	1.93	2.00	1.02	1.967	0.19	0.10	60.00
c [DX]	60	300	0.107	10.50	0.11	0.11	10.71	1.13	2.04	2.30	1.15	1.993	0.21	0.11	60.00
		500	0.115	10.50	0.12	0.12	10.73	1.21	2.14	2.60	1.29	2.015	0.23	0.11	60.00

In questo tratto le altezze d'acqua sono – grazie alla sensibile pendenza di via Carnia ed alla larghezza della sede stradale – non superiori a 10 – 12 cm, mentre le velocità della corrente sono comprese fra gli 1 e i 2,1 metri al secondo.

A valle della rotonda all'incrocio di via Carnia – via Einaudi, e fino all'incrocio con la S.R. 29, la larghezza minima della sede stradale è di 9,15 metri (esclusi i marciapiedi), mentre la pendenza media è di 9,8 m/km. In questo tratto, che coincide praticamente con la sezione idrografica TM₃, si deve considerare l'eventualità che esondi la portata Q₃ indicata in tabella (non si tiene qui conto della portata - relativamente modesta - che può essere sottratta al bacino scolando lungo via Bussolette, anche perché queste acque tenderebbero comunque a ritornare nella sezione TM₃ scolando da via Pollone, via Irpinia e via Einaudi.

Sezione idrografica →	TM ₃	Q ₃
TR 5	5,1	0,2
TR 20	7,3	2,4
TR 50	8,8	3,9
TR 100	9,9	5,0
TR 200	11,0	6,1
TR 300	11,6	6,7
TR 500	12,4	7,5

Le portate Q₃ sopra indicate defluiscono, in condizioni di moto uniforme, con le altezze (Y) e le velocità (V) indicate nella tabella di calcolo che segue.

L (m)	9.15	Tr	Y	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	5	0.035	9.15	0.03	0.03	9.22	0.32	0.63	0.20	0.19	1.078	0.02	0.03	60.00
i x 1000	9.80	20	0.156	9.15	0.16	0.16	9.46	1.43	1.68	2.40	1.76	1.361	0.14	0.15	60.00
c [L]	60	50	0.210	9.15	0.21	0.21	9.57	1.92	2.03	3.90	2.75	1.419	0.21	0.20	60.00
c [SX]	60	100	0.244	9.15	0.24	0.24	9.64	2.23	2.24	5.00	3.45	1.448	0.26	0.23	60.00
c [DX]	60	200	0.276	9.15	0.28	0.28	9.70	2.52	2.42	6.10	4.15	1.471	0.30	0.26	60.00
		300	0.292	9.15	0.29	0.29	9.73	2.67	2.51	6.70	4.52	1.482	0.32	0.27	60.00
		500	0.313	9.15	0.31	0.31	9.78	2.86	2.62	7.50	5.02	1.495	0.35	0.29	60.00

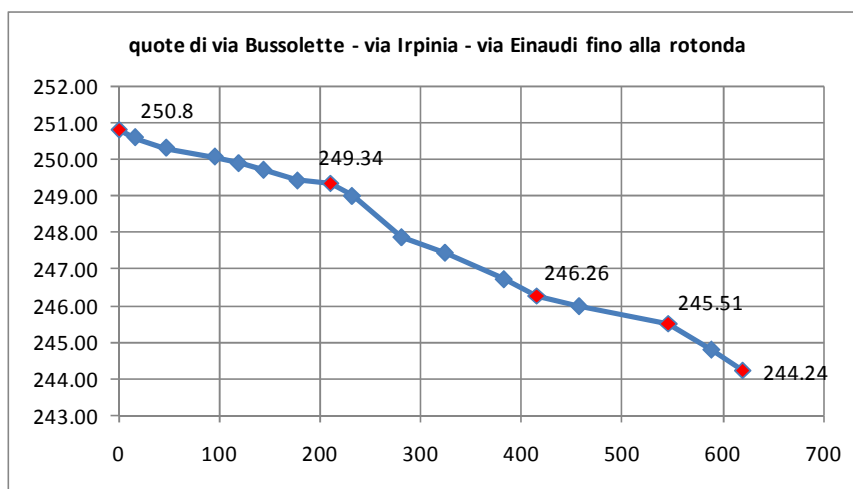
In questo tratto le altezze d'acqua possono arrivare, teoricamente, a 25 – 30 cm di altezza, per evento con tempo di ritorno Tr 100 – 200 anni, raggiungendo velocità dell'ordine di 2 – 2,5 m/s.

4.4.4. Deflussi lungo via Bussolette – via Irpinia – Via Einaudi

Come già indicato nel precedente paragrafo, le portate (Q₂) eccedenti la capacità di portata della fognatura sono destinate a defluire (per una quota Q* pari al 20 – 30% del totale) anche lungo via Bussolette:

Sezione idrografica →	TM ₂	Q ₂	Q*
TR 5	3,6		
TR 20	5,2	0,3	0,0
TR 50	6,2	1,3	0,3
TR 100	6,9	2,0	0,5
TR 200	7,7	2,8	0,8
TR 300	8,2	3,3	1,0
TR 500	8,8	3,9	1,3

In base alle quote delle strade appositamente rilevate in questa sede, risulta che tali acque siano destinate a ritornare, in gran parte, sulla direttrice di via Carnia attraverso il percorso via Bussolette - via Irpinia - via Einaudi e anche: via Bussolette, via Pollone - via Irpinia - via Einaudi. Il profilo della strada lungo il primo percorso è rappresentato nella figura che segue, nella quale sono delimitati dagli indicatori rossi il tratto di via Bussolette (con pendenza media di 6,96 m/km), quello di via Irpinia (con pendenza media di 14,98 m/km), il primo tratto - a debole pendenza - di via Einaudi (5,74 m/km), ed infine il secondo tratto di via Einaudi fino alla rotonda (17,4 m/km).



Si riportano nel seguito le verifiche delle altezze d'acqua, calcolate in moto uniforme, in via Bussolette, via Irpinia e nel primo tratto, con minore pendenza, di via Einaudi.

In via Bussolette (larghezza minima circa 7,5 metri) le portate Q^* sopra indicate defluiscono, in condizioni di moto uniforme, con le altezze (Y) e le velocità (V) indicate nella tabella di calcolo che segue.

L (m)	7.50	Tr	Y	b	B _[SX]	B _[DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	20	0.000	7.50	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	60.00
i x 1000	6.96	50	0.056	7.50	0.06	0.06	7.61	0.42	0.72	0.30	0.31	0.978	0.03	0.05	60.00
c [L]	60	100	0.076	7.50	0.08	0.08	7.65	0.57	0.88	0.50	0.49	1.025	0.04	0.07	60.00
c [SX]	60	200	0.100	7.50	0.10	0.10	7.70	0.75	1.06	0.80	0.75	1.071	0.06	0.10	60.00
c [DX]	60	300	0.115	7.50	0.11	0.11	7.73	0.86	1.16	1.00	0.92	1.092	0.07	0.11	60.00
		500	0.135	7.50	0.13	0.13	7.77	1.01	1.29	1.30	1.16	1.118	0.08	0.13	60.00

In via Irpinia (larghezza circa 8 metri) le portate Q^* sopra indicate defluiscono, in condizioni di moto uniforme, con le altezze (Y) e le velocità (V) indicate nella tabella di calcolo che segue.

L (m)	8.00	Tr	Y	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	20	0.000	8.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	60.00
i x 1000	14.98	50	0.042	8.00	0.04	0.04	8.08	0.34	0.89	0.30	0.22	1.375	0.04	0.04	60.00
c [L]	60	100	0.058	8.00	0.06	0.06	8.12	0.46	1.09	0.50	0.35	1.443	0.06	0.06	60.00
c [SX]	60	200	0.077	8.00	0.08	0.08	8.15	0.61	1.31	0.80	0.53	1.509	0.09	0.08	60.00
c [DX]	60	300	0.088	8.00	0.09	0.09	8.18	0.70	1.43	1.00	0.65	1.540	0.10	0.09	60.00
		500	0.103	8.00	0.10	0.10	8.21	0.82	1.58	1.30	0.82	1.577	0.13	0.10	60.00

Nel primo tratto di Einaudi (larghezza minima 7,3 metri, pendenza 5,74 m/km) le altezze d'acqua sono le seguenti:

L (m)	7.30	Tr	Y	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	20	0.000	7.30	0.00	0.00	7.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	60.00
i x 1000	5.74	50	0.060	7.30	0.06	0.06	7.42	0.44	0.69	0.30	0.33	0.898	0.02	0.06	60.00
c [L]	60	100	0.081	7.30	0.08	0.08	7.46	0.59	0.84	0.50	0.53	0.942	0.04	0.08	60.00
c [SX]	60	200	0.108	7.30	0.11	0.11	7.52	0.79	1.01	0.80	0.81	0.983	0.05	0.11	60.00
c [DX]	60	300	0.124	7.30	0.12	0.12	7.55	0.90	1.11	1.00	1.00	1.002	0.06	0.12	60.00
		500	0.145	7.30	0.15	0.15	7.59	1.06	1.22	1.30	1.27	1.025	0.08	0.14	60.00

In conclusione, le altezze massime sulla strada si hanno in via Einaudi (primo tratto con debole pendenza) e risultano dell'ordine di 10 - 15 cm per eventi con tempo di ritorno Tr 200 - 500 anni.

4.4.5. Attraversamento della S.R. 29

L'attraversamento della S.R. n. 29 è eseguito con n. 2 tubi in C.A., diametro 1200 mm affiancati.

Poiché l'area dei 2 tubi ($A = 2 \times 1,13 \text{ m}^2 = 2,26 \text{ m}^2$ a sezione piena) è superiore all'area della tubazione in arrivo Di 1500 mm ($A = 1,76 \text{ m}^2$ a sezione piena), il tombino esistente non provoca una ulteriore strozzatura alla fognatura con la quale il rio Temo è stato intubato.

4.4.6. Attraversamento della ferrovia TO - PC

Le portate generate dal bacino del rio Temo in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario (sezione idrografica TM4) sono indicate qui di seguito.

Sezione idrografica →	TM4
TR 5	5,4
TR 20	7,8
TR 50	9,3
TR 100	10,5
TR 200	11,7
TR 300	12,4
TR 500	13,2

Il collettore Temo³⁵ (sezione corrente circolare di diametro 1700 mm) attraversa i tre binari della linea F.S. Torino - Genova utilizzando i tombini preesistenti. Poiché non è

³⁵ La verifica che segue è ripresa da quella riportata nel "Progetto generale di massima" redatto dallo scrivente nel 1993 per porre rimedio alle carenze dei collettori principali della fognatura.

stato possibile accedere direttamente ai suddetti tombini per un'ispezione, i dati di verifica adottati nel seguito si basano sui disegni del progetto del 1973.

Procedendo da monte verso valle, il collettore, con pendenza del 5 per mille sbocca in una camera di raccordo che si allarga da 1,40 m a 2,70 m in un tratto lungo circa 14 m. Al termine della camera di raccordo ha inizio il tombino preesistente per l'attraversamento dei primi due binari, costituito da due scatolari affiancati di 1,00 m di larghezza e 0,85 m di luce interna, lunghi circa 12,50 m. Il fondo scorrevole è a quota 240,125 - 240,030 m s.m., mentre il piano del ferro è a quota 241,90.

Allo sbocco del tombino sopra descritto il fondo scorrevole passa con un gradino da quota 240,03 a quota 239,20 m s.m. dove esiste un pozzetto, largo 2,70 m, che convoglia l'acqua nel tombino di attraversamento del terzo binario. Questo secondo tombino è costituito da uno scatolare di 2,00 m di larghezza per 0,85 di altezza, lungo 5,60 m. Il fondo scorrevole è a quota 239,20 - 239,15 m s.m., mentre la quota del ferro è 240,70 m s.m.. Il secondo tombino è infine raccordato alla sezione corrente del collettore (diametro 1700 mm, pendenza 8 per mille) con uno scivolo di 7,80 m di lunghezza, quote fondo 239,15 - 238,222 m s.m. e larghezza variabile da 3,40 a 1,40 m.

La portata assunta per la verifica che segue è $Q = 5,4 \text{ m}^3/\text{s}$ corrispondente a $T_r = 5$ anni nella sezione idrografica TM4.

Caratteristiche di moto uniforme nei collettori circolari a monte ed a valle

La portata di verifica fluisce con le seguenti caratteristiche idrauliche di moto uniforme nei collettori circolari posti a monte ed a valle dell'attraversamento.

SEZ. CIRCOLARE A MONTE		Y	η	b	B	A	V	Q	Qc	Fr	$V^2/2g$	Ri	tau
		(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(-)	(m)	(m)	(kg/m ²)
SCALA DI DEFLUSSO IN CONDIZIONI DI MOTO UNIFORME		0.850	0.500	1.700	2.670	1.135	2.998	3.40	2.90	1.171	0.458	0.425	2.125
		1.143	0.673	1.595	3.270	1.624	3.326	5.40	5.13	1.053	0.564	0.497	2.483
rev. 05102010		1.190	0.700	1.558	3.370	1.697	3.357	5.70	5.55	1.027	0.574	0.504	2.518
D (m)	1.7000	1.275	0.750	1.472	3.560	1.826	3.398	6.20	6.37	0.974	0.588	0.513	2.564
i (1/1000)	5.00	1.360	0.800	1.360	3.764	1.947	3.417	6.65	7.29	0.912	0.595	0.517	2.586
c	75	1.700	1.000	0.000	5.341	2.270	2.998	6.80			0.458	0.425	2.125

SEZ. CIRCOLARE A VALLE		Y	η	b	B	A	V	Q	Qc	Fr	$V^2/2g$	Ri	tau
		(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(-)	(m)	(m)	(kg/m ²)
SCALA DI DEFLUSSO IN CONDIZIONI DI MOTO UNIFORME		0.850	0.500	1.700	2.670	1.135	3.792	4.30	2.90	1.482	0.733	0.425	3.400
		0.976	0.574	1.681	2.923	1.348	4.005	5.40	3.78	1.428	0.817	0.461	3.690
rev. 05102010		1.190	0.700	1.558	3.370	1.697	4.246	7.21	5.55	1.299	0.919	0.504	4.029
D (m)	1.7000	1.275	0.750	1.472	3.560	1.826	4.298	7.85	6.37	1.232	0.942	0.513	4.103
i (1/1000)	8.00	1.360	0.800	1.360	3.764	1.947	4.322	8.41	7.29	1.153	0.952	0.517	4.137
c	75	1.700	1.000	0.000	5.341	2.270	3.792	8.61			0.733	0.425	3.400

Deflusso nel primo tombino (lato monte).

All'imbocco del doppio tombino la portata di $5,4 \text{ m}^3/\text{s}$ passerebbe con l'altezza critica se la sezione di ognuna delle due canne fosse sufficientemente alta ($y_c = 0,9 \text{ m}$ circa)

Poiché la luce interna è di 0,85 m, la portata entra a sezione piena. L'area di deflusso per le due canne è:

$$A = n.2 \times 1,00 \times 0,85 = 1,70 \text{ m}^2$$

e la velocità risulta:

$$V = 5,4/1,70 = 3,17 \text{ m/s}$$

Il carico specifico appena a valle dell'imbocco risulta³⁶:

$$Hs_2 = y + V^2/(2g) = 0,85 + 3,17^2/(2 \times 9,81) = 0,85 + 0,51 = 1,36 \text{ m}$$

Il carico specifico a monte dell'imbocco è pari al carico specifico a valle più le perdite concentrate DHs all'imbocco, che, per imbocco non raccordato come in questo caso, possono essere assunte pari a 0,5 volte il termine cinetico, cioè DHs = 0,5 x 0,51 = 0,26 m.

$$Hs_1 = Hs_2 + DHs = 1,36 + 0,26 = 1,62 \text{ m}$$

Il livello d'acqua a monte dell'imbocco risulta:

$$y = 1,53 \text{ m sul fondo a quota } 240,125 \text{ m s.m.}; y = 241,67 \text{ m s.m.}$$

e viene calcolato sottraendo ad Hs_1 il termine cinetico della corrente nella sezione larga 2,70 m a monte dell'imbocco, come indicato nella tabella di calcolo che segue.

SEZIONE RETTANGOLARE			→	y (m)	1.534
larghezza	L (m)	2.70		A (m ²)	4.142
portata	Q (m ³ /s)	5.40		V (m/s)	1.304
carico sp.	II (m)	1.62		V ² /(2g)	0.087

Il franco idraulico rispetto al piano del ferro risulta $f = 241,90 - 241,67 = 0,23 \text{ m}$.

In conclusione, il primo tombino non è idraulicamente verificato (il franco interno è = zero), mentre il franco fra il pelo acqua e la quota del binario è di soli 0,23 m per la portata di 5,4 m³/s.

Deflusso nel secondo tombino.

L'area del secondo tombino è uguale a quella del primo, perciò valgono sostanzialmente i calcoli riportati nel punto precedente.

In questo caso il livello del pelo acqua a monte del tombino risulta:

$$y = 239,15 \text{ m s.m.} + 1,53 \text{ m} = 240,68 \text{ m s.m.}$$

³⁶ Il calcolo che segue è approssimativo perché considera il flusso nel tombino alla stregua di un flusso a pelo libero; è comunque utile per stimare il carico idraulico a monte dell'imbocco.

Il franco idraulico rispetto al piano del ferro risulta $f = 240,7 - 240,68 = 0,02$ m.

In conclusione, per il secondo tombino il franco rispetto alla quota del binario risulta praticamente zero.

Conclusioni sulla verifica del tombino.

Considerato che il deflusso avviene a sezione piena e che il franco idraulico è praticamente nullo anche considerando la sola portata di $5,4 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondente a quella con $Tr = 5$ anni, si deve concludere che il tombino non è, teoricamente, sufficiente.

In base a quanto noto, non risulta tuttavia che la linea ferroviaria sia mai stata tracimata; mentre si ha notizia di allagamenti avvenuti a monte (area del campo sportivo per calcetto) in occasione dell'alluvione del novembre 1994.

4.4.7. Rio Temo a valle della ferrovia

L'alveo del rio a valle della ferrovia è demaniale ed è stato riaperto a seguito di specifica richiesta della Regione Piemonte – Servizio Opere Pubbliche e difesa del suolo.

L'alveo risagomato è stato dimensionato per fungere da scolmaltore delle portate di piena centenarie che non possono essere smaltite dalla fognatura Di 1700 mm a valle della ferrovia.

Il progetto, redatto dallo scrivente nel 1996, prevedeva:

- portata complessiva con $Tr = 100$ anni: $Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$ (valore praticamente coincidente con quello, indicato nella presente relazione, per la sezione idrografica TM4 – ferrovia);
- portata smaltibile dalla fognatura Di 1700 mm: $Q = 7,9 \text{ m}^3/\text{s}$ (con grado di riempimento del 75% - si veda la tabella che segue);
- portata di dimensionamento del nuovo alveo: $Q = 11,0 - 7,9 = 3,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

SEZ. CIRCOLARE A VALLE FERROVIA		Y	η	b	B	A	V	Q	Qc	Fr	V²/2g	Ri	tau
		(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(-)	(m)	(m)	(kg/m ²)
SCALA DI DEFLUSSO IN CONDIZIONI DI MOTO UNIFORME		0.850	0.500	1.700	2.670	1.135	3.792	4.30	2.90	1.482	0.733	0.425	3.400
		1.020	0.600	1.666	3.013	1.422	4.067	5.78	4.12	1.405	0.843	0.472	3.776
rev. 05102010		1.190	0.700	1.558	3.370	1.697	4.246	7.21	5.55	1.299	0.919	0.504	4.029
D (m)	1.7000	1.275	0.750	1.472	3.560	1.826	4.298	7.85	6.37	1.232	0.942	0.513	4.103
i (1/1000)	8.00	1.360	0.800	1.360	3.764	1.947	4.322	8.41	7.29	1.153	0.952	0.517	4.137
c	75	1.700	1.000	0.000	5.341	2.270	3.792	8.61			0.733	0.425	3.400

Le sezioni sono state progettate (e realizzate) per contenere il livello entro le sponde e garantire il franco di 1 m (per $Q = 3,1 \text{ m}^3/\text{s}$ corrispondente alla portata sfiorata per $Tr 100$) in corrispondenza dei sottopassi stradali che sono stati tutti demoliti e ricostruiti.

4.5. Linee di scolo sottese dalla fognatura

Nella Tav. 2.1 sono indicati i tre principali bacini totalmente inclusi nell'area edificata e sono individuate le loro sezioni di chiusura:

SEZ. CN Zona Centro – nord al bivio di via d'Ovia (0,22 km²)

SEZ. CE Zona Centro – est al sottopasso ferrovia di via Lame (0,31 km²)

SEZ. CO Zona Centro – Ovest; tombino sotto la stazione RFI (0,20 km²)

Come già indicato in precedenza, l'urbanizzazione delle aree ha cancellato in questi bacini i fossi di scolo "naturali" che sono stati sostituiti dalla fognatura delle acque meteoriche.

Le portate di piena al colmo generate da questi bacini sono state calcolate, per uniformità di valutazione, con lo stesso schema di calcolo utilizzato per i bacini maggiori ("metodo cinematico") anche se, di norma, le reti fognarie vengono dimensionate con un metodo diverso ("metodo dell'invaso") che può fornire valori di portata di dimensionamento diversi (di solito inferiori) da quelli qui calcolati. Ad esempio, il calcolo della portata eseguito con il metodo dell'invaso per la sezione CO, con Tr = 20 anni fornisce il valore Q = 1,8 m³/s anziché Q = 2,6 m³/s. Nel caso specifico dei bacini urbani è comunque interessante prendere in esame non tanto i valori assoluti delle portate, ma il loro incremento con il tempo di ritorno dell'evento: come si può osservare dai dati riportati in tabella, se si pone pari a 100 la portata per Tr = 20 anni, che è di norma la portata di dimensionamento delle reti urbane, le portate per Tr = 5 - 50 - 100 - 200 - 300 - 500 anni risulteranno in proporzione:

Tr (anni) →	5	20	50	100	200	300	500
% della portata con Tr = 20 anni	70%	100%	120%	135%	155%	165%	175%

Bacini urbani – portate totali e portate esondabili sul piano stradale (m ³ /s)						
Sezione idrografica →	CN	CE	CO	Q _{CN}	Q _{CE}	Q _{CO}
Tr 5	1.8	2.3	1.8	0.0	0.0	0.0
Tr 20	2.6	3.3	2.6	0.0	0.0	0.0
Tr 50	3.1	4	3.2	0.5	0.7	0.6
Tr 100	3.5	4.5	3.6	0.9	1.2	1.0
Tr 200	3.9	5.1	4	1.3	1.8	1.4
Tr 300	4.2	5.4	4.3	1.6	2.1	1.7
Tr 500	4.5	5.8	4.6	1.9	2.5	2.0

Da quanto sopra si deduce che per eventi di pioggia con tempo di ritorno significativamente superiore a 20 anni è inevitabile che un flusso anche consistente (dell'ordine di 1 - 2 m³/s negli specifici casi in esame) possa concentrarsi sul piano stradale nelle sezioni idrografiche CN / CE / CO individuate nella Tav. 2.1.

In tal caso, ci si deve attendere sul piano strada un flusso idraulico con profondità dell'ordine di 10 – 25 cm (si veda tabella che segue, calcolata, a titolo di esempio, per le portate Q_{CE} sfiorate sul piano strada, con larghezza della strada pari a 7,5 m e con pendenza longitudinale del 5 per mille).

L (m)	7.50	Tr	Y	b	B [SX]	B [DX]	B	A	V	Q	Qc	Fr	V ² /2g	Ri	c
y/x[SX]	9999.00	(anni)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	(m ^{1/3} /s)
y/x[DX]	9999.00	20	0.000	7.50	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	60.00
i x 1000	5.00	50	0.102	7.50	0.10	0.10	7.70	0.77	0.91	0.70	0.77	0.910	0.04	0.10	60.00
c [L]	60	100	0.142	7.50	0.14	0.14	7.78	1.07	1.13	1.20	1.26	0.954	0.06	0.14	60.00
c [SX]	60	200	0.182	7.50	0.18	0.18	7.86	1.36	1.32	1.80	1.82	0.988	0.09	0.17	60.00
c [DX]	60	300	0.200	7.50	0.20	0.20	7.90	1.50	1.40	2.10	2.10	1.001	0.10	0.19	60.00
		500	0.222	7.50	0.22	0.22	7.94	1.67	1.50	2.50	2.46	1.015	0.11	0.21	60.00

4.6. Confronto con le carte di sintesi prodotte dai Comuni confinanti

I risultati degli studi idraulici qui sopra descritti per il rio Vajors ed il rio Tepice sono stati confrontati con le indicazioni riportate nelle carte di sintesi dei Comuni confinanti allo scopo di evidenziare eventuali incongruenze.

Si segnala che i risultati ricavati in questa sede risultano in accordo con le indicazioni delle suddette carte, fatta eccezione per il tratto del rio Tepice fra l'ex molino Alessio e la S.R. 29. Qui la carta di sintesi del Comune di Santena indica una classe di pericolosità EeA che non si accorda con i risultati ricavati in questa sede, secondo i quali il Tepice è in grado – a valle del salto dell'ex mulino – di convogliare in alveo la portata con Tr = 500 anni. Inoltre, secondo i calcoli eseguiti in questa sede, il tombamento del rio Tepice sotto la rotatoria della S.R. 29 risulta garantire il franco idraulico anche per Tr 500 anni.

Avendo valutato criticamente i calcoli in questione, lo scrivente conferma i risultati esposti nel paragrafo 4.1.2. “rio Tepice – esame dei risultati”.

5. SINTESI DEI RISULTATI E DELIMITAZIONE DELLE AREE POTENZIALMENTE ESONDABILI

Sulla scorta dei risultati dello studio idraulico è stato delimitare le aree potenzialmente esondabili, come indicato nella Tav. 2.1 in scala 1:5000.

Nella suddetta tavola sono indicati con linea azzurra i limiti delle zone allagabili per effetto di eventi di piena con tempi di ritorno $Tr = 20 - 50 - 200 - 500$ anni. L'ampiezza delle fasce allagabili in corrispondenza delle sezioni rilevate è stata dedotta dai risultati dei calcoli idraulici (Allegato 2), mentre il contorno delle fasce fra le diverse sezioni è stato tracciato in base alla cartografia ed ai riscontri sul posto.

Quanto sopra indicato non si applica alla Tav. 2.2 che rappresenta la parte del territorio comunale che ricade nelle fasce di esondazione del Torrente Banna; nella Tav. 2.2 è pertanto riportata la delimitazione delle fasce fluviali indicata nelle carte del PAI "Bacino del Torrente Banna - Addendum 1 - Tavole di delimitazione delle fasce fluviali" (TAVV. 174010 - 020 - 050 - 060).

5.1. Rio Vajors

Nell'Allegato 2.1 sono riportati i risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras; in particolare sono stati indicati nelle varie sezioni i livelli calcolati per $Tr = 20 - 50 - 200 - 500$ anni. Le posizioni delle sezioni sono indicate nella allegata Tav. 2.1. Risulta che:

- nell'abitato di Madonna della Scala, fino al ponte della strada vicinale della Giardina i livelli idrici del rio Vajors sono contenuti nelle sponde;
- l'esondazione delle acque sul piano campagna si verifica a monte della S.P. Cambiano Chieri a causa della strozzatura provocata dal ponticello sul vecchio tracciato, abbandonato, della S.P.; il successivo tombino tipo "Armco" di diametro 3 metri sotto la nuova sede stradale realizzata negli anni '60, è sufficiente per $Tr 20$ anni, ma funziona a sezione piena (con sfioro sopra la strada) per $Tr = 50$ anni. Un contributo negativo alla situazione sopra descritta è certamente dovuto alla presenza del manufatto idraulico con salto di fondo (resto di una antica opera di presa irrigua, ora dismessa) sito poco a valle del tombino;
- nella zona della cascina Graitesca si verificano esondazioni in sinistra a monte del manufatto idraulico di cui sopra, e fino al ponticello di accesso alla cascina Graitesca che risulta sommerso per $Tr 50$ anni. L'allagamento non raggiunge comunque la quota del piano terra della cascina Graitesca;
- a monte della strada comunale Cambiano - Mosi, si verifica l'esondazione del Vajors in sinistra (lato Chieri) e destra (lato Cambiano) e l'interferenza fra i livelli idrici $Tr 5 - Tr 20$ con l'impalcato del ponticello che risulta gravemente insufficiente;
- a valle della strada comunale Cambiano - Mosi l'alveo del Vajors è arginato in destra e può, teoricamente, convogliare (esondando in sinistra³⁷) tutte le portate naturali del

³⁷ Si tenga presente che, in base a quanto indicato nella carta di sintesi di Chieri, tutta la fascia (ricadente nel territorio comunale di Chieri) compresa fra il rio Tepice (pensile in questo tratto) e il Vajors è

Vajors e del rio Castelvechio; le acque già esondate a monte in sponda destra non possono però ritornare nell'alveo ed allagano una fascia del fondovalle in sponda destra del rio Vajors dirigendosi verso l'alveo del fosso Rura dove questo attraversa la strada Cambiano – Mosetti. Viene allagata una fascia di fondovalle larga 200 – 300 m con tempo di ritorno Tr 50 – 500 anni (si veda per i livelli idrici l'Allegato 2.1/A).

- (Per maggiori dettagli si veda il par. 4.1.1).

5.2. Rio Tepice

Nell'Allegato 2.2 sono riportati i risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras; in particolare sono stati indicati nelle varie sezioni i livelli calcolati per Tr = 20 - 50 - 200 - 500 anni. Le posizioni delle sezioni sono indicate nelle allegata Tavv. 2.1 e 2.2. Risulta quanto segue.

- Fra la confluenza con il Vajors e la ferrovia Torino – Piacenza si è individuata la zona dove risultano più probabili estese esondazioni sul piano campagna: in questo tratto il rio Tepice è arginato in sponda destra e le acque di piena scavalcano nettamente (con tempo di ritorno Tr 20 anni) l'argine sia a monte che a valle della strada Cambiano – Mosetti. Le acque esondate si riversano nel tratto terminale del fosso Rura, e da questo, sottopassando il rilevato della ferrovia, rientrano nell'alveo del Tepice. Le acque che esondano a monte e a valle del ponticello della strada Cambiano – Mosetti scolano anche nel canale che alimentava il Molino d'Ovia (ora totalmente smantellato). Il notevole livello idrico calcolato a monte della ferrovia (si veda l'Allegato 2.2/A) è determinato dalla limitata sezione del tombino del fosso Rura sotto la ferrovia: da questo tombino devono necessariamente defluire le portate esondate in sponda destra dal rio Tepice. In pratica il livello massimo non può raggiungere le quote teoriche calcolate perché è limitato a circa 242,5 m s.m. dalla quota massima del terreno a lato della trincea stradale che sottopassa la ferrovia (si veda per maggiori dettagli il par. 4.1.2);
- fra la ferrovia e l'ex mulino Alessio il rio Tepice corre lungo il piede del rilevato della ferrovia e può, nel tratto in fregio alla ferrovia, esondare in sponda sinistra verso Santena (zona delle cave della fornace Mosso); poco più a valle, dove l'alveo si discosta dal rilevato ferroviario accogliendo le acque del fosso Rura, il Tepice esonda in destra allagando i capannoni annessi all'ex mulino Alessio (come effettivamente verificatosi nel corso dell'alluvione del novembre 1994);
- nel tratto compreso fra l'ex molino Alessio e la S.R. 29 i massimi livelli di piena risultano inferiori alla sponda destra (lato Cambiano) del rio Tepice; sono comunque sufficienti per provocare l'allagamento (attraverso la fognatura) della S.P. Cambiano – Chieri in corrispondenza del sottopasso della ferrovia TO - PC;

considerata allagabile. Risulta evidente, in base all'assetto dell'area, che il maggior contributo agli allagamenti è dato dal rio Tepice.

- il tombino per l'attraversamento della S.R. 29 risulta idraulicamente verificato (franco > 1 m) anche per Tr = 500 anni;
- allo sbocco del tombino, il rio transita a lato del mobilificio 3R, sito in sponda destra, il cui magazzino a piano terra venne allagato nel corso dell'alluvione del 1994; il livello idrico è inferiore alla quota della sponda destra per Tr = 20 anni, mentre per Tr = 50 anni è circa 15 cm superiore alla quota della sponda. Si segnala che a seguito dell'alluvione, i proprietari del mobilificio hanno realizzato un muro di protezione entro il confine di proprietà in sponda destra con la funzione di impedire l'afflusso di acque nell'area;
- nel tratto del rio Tepice fra la località Fabaro (Comune di Santena) e la tangenziale, si verificano allagamenti in destra e sinistra per Tr = 20 - 50 anni; in particolare, l'area dell'impianto di depurazione di Cambiano non risulta allagabile per Tr = 50 anni, mentre per Tr = 100 anni la quota della sponda destra (lato impianto di depurazione) viene superata; l'acqua di esondazione può allagare via dei Prati e la strada di accesso al depuratore, mentre il fabbricato industriale esistente in zona (ditta Triom), realizzato su un rilevato, non risulta raggiungibile dal livello piena; il ponte della tangenziale risulta quasi privo di franco idraulico già per Tr 5 anni, mentre per Tr 20 anni il deflusso sotto il ponte avviene nettamente con sezione piena;
- a valle della tangenziale l'alveo del rio Tepice risulta insufficiente già per portate con Tr = 5 - 20 anni ed i livelli superano la quota dei bassi argini che corrono lungo le due sponde; tutti i ponticelli in questa zona risultano privi del franco idraulico, mentre risulta anche sufficiente³⁸, a fronte di quanto prescritto dalle norme, il franco idraulico in corrispondenza del ponte della ferrovia Torino - Savona. In questa zona il rio Tepice è, comunque, totalmente incluso nella fascia di esondazione del T. Banna.
- (Per maggiori dettagli si veda il par. 4.1.2).

5.3. Rio S. Pietro

Nel tratto studiato l'alveo è sensibilmente incassato e le sezioni (anche quelle in corrispondenza dei ponticelli) sono sufficienti per smaltire la portata bicentenaria a sezione piena. Il ponticello della sez. 1 ha comunque un franco idraulico insufficiente e - considerato che non è più utilizzato - sarebbe opportuna la sua demolizione.

5.4. Fosso Rura

Il fosso può provocare modesti allagamenti i campi a monte del sottopasso della strada Cambiano - Chieri, nei pressi del cimitero; l'allagamento non raggiunge comunque la quota della S.P. cambiano - Chieri e interessa, attualmente, solo zone agricole.

Nella zona campestre compresa fra la S.P. per Chieri e gli insediamenti lungo via Camporelle, il fosso, parzialmente arginato, esonda in sinistra (Sez. 7), in corrispondenza di un breve tratto intubato sotto una strada campestre, anche per Tr = 5 - 20 anni; le acque di

³⁸ Il franco idraulico calcolato risulta (teoricamente) inferiore a 1 metro per Tr 200 anni; il franco risulta invece sufficiente se si ammette che il livello idrico non possa superare la quota degli argini. Questa indicazione è relativa ai soli livelli di piena del rio Tepice.

esondazione si accumulano in una depressione (si veda la Sez. 8) dalla quale non possono defluire naturalmente a causa dei rilevati artificiali presenti (via Camporelle; S.P. variante per Chieri; piazzali di capannoni).

L'esondazione che si verifica nella Sez. 8 per $Tr = 5-20$ anni è dovuta alla presenza di un lungo tratto tombato (Di 1500 mm seguito da $2 \times$ Di 800 mm) insufficientemente dimensionato ed in grado di smaltire, con sezione piena, circa $2 \text{ m}^3/\text{s}$, cioè la portata che, teoricamente, ha un tempo di ritorno di soli 5 anni circa.

Le acque di esondazione si concentrano nella stessa zona depressa di cui sopra e attraversano via Camporelle per ritornare nell'alveo del fosso Rura scorrendo preferenzialmente lungo le vie di accesso ai fabbricati residenziali realizzati lungo il lato sud - est di via Camporelle.

Le portate esondate sul piano campagna e sul piano stradale possono essere dell'ordine di $2 - 3 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 20 - 100$ anni e possono dar luogo a battenti d'acqua dell'ordine di 30 cm per $Tr = 100$ anni. Per tempi di ritorno maggiori ($Tr = 200 - 500$ anni) si stimano portate esondate dell'ordine di $3,5 - 4 \text{ m}^3/\text{s}$ con battenti di 33 - 37 cm.

Nella Tav. 2.1 sono indicate anche le più probabili vie di deflusso in caso di esondazione.

A valle della zona abitata, le acque del fosso Rura (qui arginato) tendono ad esondare in destra allagando i campi compresi fra via d'Ovia e la S.P. variante per Chieri.

Il tombino di attraversamento della S.P. variante risulta insufficiente anche per $Tr = 5$ anni.

A valle della S.P. variante il fosso Rura, intubato per un tratto sotto la strada comunale per i Mosetti, esonda per portate dell'ordine di $Tr = 5$ anni.

L'attraversamento della ferrovia avviene mediante ponticello/tombino ad arco in muratura che risulta, in base ai calcoli in moto permanente, funzionare a sezione piena per portate (del solo fosso Rura) uguali o superiori a $Tr = 200$ anni. Lo stesso ponticello/tombino è però gravemente insufficiente se si considera che è chiamato a smaltire le acque di esondazione del rio Tepice (si veda il precedente par. 5.2).

NOTA. Si trascrive qui di seguito una parte delle note conclusive già riportate nel par. 4.3.6.

La presenza di un tratto tombato insufficiente in via Camporelle - via d'Ovia determina il rischio di allagamento della zona abitata a nord di via Camporelle.

Si precisa che allagamenti in questa zona sono stati documentati per l'evento alluvionale del novembre 1994 ed in occasione di un violento temporale nel giugno del 1998, tuttavia in base alle informazioni prese sul posto, non sembra che il rischio di allagamento sia elevato come risulterebbe dai calcoli idrologici ed idraulici che indicano un tempo di ritorno di circa 5 anni. Ciò è dovuto, probabilmente, al fatto che nei calcoli qui eseguiti non si è tenuto conto dell'effetto di laminazione dell'onda di piena causato dagli allagamenti che si producono nelle aree a monte dell'abitato. Per quanto noto, l'evento più critico per l'area a nord di via Camporelle è stato quello del novembre 1994 nel corso del quale l'area depressa individuata nella sez. 8 è stata allagata ed è stato necessario l'intervento dei vigili del fuoco per evacuare gli abitanti di un'abitazione a piano terra. Si ritiene che gli interventi per rimediare a tale situazione (indicati in linea di larga massima nel successivo par. 6.2) non dovrebbero essere particolarmente onerosi.

5.5. Rio Temo

L'insufficienza della fognatura bianca (intubamento del rio Temo) per eventi con tempo di ritorno superiore a 20 anni, può provocare (come si è verificato nell'alluvione del novembre 1994) la tracimazione del rio sul sedime di via Martiri della Libertà. Le acque tracimate all'inizio del tratto intubato (dell'ordine di $1,3 - 1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 100 - 200$ anni) sono destinate a scorrere lungo Via Martiri della Libertà e ad allagare sia via Carnia che via Bussolette. Le acque immesse in via Bussolette tendono quindi a scorrere nelle vie trasversali (via Audenino, via Pollone, via Irpinia) ed infine in via Einaudi. In base alle stime eseguite in questa sede, considerando la portata totale "naturale" da smaltire in corrispondenza dell'inizio di via Carnia/via Bussolette ($6,9 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr = 100$ anni) e la portata smaltibile dal collettore Temo (circa $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$ a sezione piena), risulta che sulla sede di via Carnia deve defluire (per $Tr = 100$ anni) una portata di circa $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, ed in via Bussolette $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il punto di massima concentrazione delle acque di scorrimento sul piano stradale si ha fra la rotonda esistente all'incrocio di via Einaudi con via Carnia e la S.R. 29. Qui, considerando eventi con $Tr = 100 - 200$ anni, possono concentrarsi sul piano strada portate anche dell'ordine di $5 - 6 \text{ m}^3/\text{s}$ con battenti d'acqua dell'ordine di $25 - 30$ cm su una larghezza del piano stradale di circa 9 metri.

Per quanto riguarda gli attraversamenti stradali / ferroviari si segnala quanto segue.

- Attraversamento della S.R. 29: è realizzato con 2 tubi affiancati Di 1200 mm; ha un'area superiore a quella del collettore Temo Di 1500 mm proveniente da via Carnia; si stima che funzioni a sezione piena per $Tr = 50$ anni.
- Attraversamento della Ferrovia Torino - Piacenza: è realizzato con n. 2 scatolari $L \times H = 1,0 \times 0,85$ m; a causa della modesta altezza della sezione, il tombino funziona a sezione piena per portate dell'ordine di $Tr = 5$ anni. In base a quanto noto, non risulta che la linea ferroviaria sia mai stata tracimata; mentre si ha notizia di allagamenti avvenuti a monte (area del campo sportivo per calcetto) in occasione dell'alluvione del novembre 1994.

A causa della evidente insufficienza del tombino sottopassante la ferrovia, è a forte rischio di allagamento la zona a nord della ferrovia stessa nell'intorno del tracciato del collettore Temo.

L'alveo del rio Temo a valle della ferrovia è demaniale ed è stato riaperto a seguito di specifica richiesta della Regione Piemonte - Servizio Opere Pubbliche e difesa del suolo. L'alveo risagomato è stato dimensionato per fungere da scolmaltore delle portate di piena centenarie che non possono essere smaltite dalla fognatura Di 1700 mm a valle della ferrovia.

Nella Tav. 2.1 sono riportate indicativamente le linee di concentrazione delle acque correnti sul piano strada.

In conclusione, a parere dello scrivente, sussiste per i fabbricati che si trovano lungo le seguenti vie:

- via Martiri della Libertà, via Carnia - via Einaudi - S.R. 29 all'incrocio con via Einaudi
- via Bussolette (e diramazioni prima di via Irpinia) - via Irpinia - via Einaudi

il rischio di allagamento dei piani interrati nel caso che le rampe di accesso non siano state progettate (come succede spesso, specialmente per le costruzioni meno recenti) per impedire l'afflusso di acque correnti sul piano stradale, oppure nel caso che i suddetti piani interrati siano collegati alla fognatura senza l'interposizione di adeguate valvole di non ritorno.

5.6. Strada Borgna

Con riferimento a possibili allagamenti dovuti ad acque correnti sul piano stradale, si segnala la zona di Via Borgna all'incrocio con via Cavalieri di Vittorio Veneto dove nel 1997 si è verificato un allagamento di capannoni industriali – in occasione di una pioggia intensa e di breve durata - provocato dalle acque concentrate lungo via Borgna.

5.7. Linee di scolo sottese dalla fognatura

Si è visto, nel par. 4.5 che nelle sezioni di valle dei tre principali bacini totalmente inclusi nell'area edificata (Sezioni idrografiche CN - CE - CO) possono concentrarsi sul piano strada portate significative, cioè dell'ordine di $2 \text{ m}^3/\text{s}$ per eventi di pioggia con $T_r = 100$ anni. Portate di questo ordine di grandezza scorrono sul piano strada con un battente modesto (dell'ordine di 30 cm), ma possono provocare allagamenti ai piani interrati dei fabbricati che non siano stati progettati tenendo conto che un allagamento del piano strada non può essere escluso a priori specie nelle zone di compluvio dei bacini.

Con riferimento a quanto sopra, si segnala come zona a rischio di allagamento (oltre a quella già sopra evidenziata lungo il vecchio corso del rio Temo, par. 5.5) quella della prima parte di via d'Ovia fino a via Camporelle. Qui, infatti, confluiscono le acque del bacino urbano CN (centro nord, comprendente aree più elevate del centro abitato) ed una parte delle acque intubate del fosso Rura che non sono efficacemente smaltite dalla fognatura bianca che corre lungo la seconda parte di via d'Ovia. Questa situazione determina non infrequenti allagamenti del piano strada che interessano anche i cortili delle case adiacenti. Si è anche verificato l'allagamento del garage interrato di una recente unità residenziale sita nei pressi dell'incrocio fra via d'Ovia e via Camporelle. Per sanare tale situazione occorre, a parere dello scrivente, procedere come indicato nel successivo par. 6.4.

6. POSSIBILI INTERVENTI

Le criticità evidenziate nel Cap. 5, e riassunte e commentate nel Cap. 6, possono essere suddivise nelle seguenti categorie:

- 1) esondazioni dovute a ponti o tombini stradali con sezione insufficiente;
- 2) esondazioni dovute a tratti di alveo intubati con sezioni insufficienti;
- 3) esondazioni favorite dalla presenza di manufatti idraulici in disuso;
- 4) deflussi sul piano stradale dovuti all'insufficienza della fognatura.

Si elencano qui di seguito i manufatti idraulici che danno luogo alle criticità segnalate nella presente relazione e si indicano, in linea di larga massima, i possibili interventi da prevedere per eliminare o limitare le suddette situazioni critiche.

6.1. Ponti o tombini stradali insufficienti

Si segnalano a questo riguardo i seguenti manufatti.

- a) Ponticello sul rio Vajors (sez. 18) della vecchia sede stradale S.P. Cambiano Chieri: potrebbe essere semplicemente demolito (perché totalmente inutile) con notevole miglioramento delle condizioni di deflusso del rio. L'eventuale intervento di demolizione sarebbe finalizzato esclusivamente alla protezione della sede stradale, considerato che – come sembra evidente – gli allagamenti del piano campagna a monte a monte non producono danni.
- b) Ponticello sul rio Vajors (sez. 26) della strada comunale Cambiano – Mosi: il rifacimento del ponticello, se accompagnato da una adeguata sistemazione dell'alveo a monte ed a valle, potrebbe evitare l'esondazione in destra del Vajors già a monte della suddetta strada. L'intervento potrebbe essere utile non tanto per evitare gli allagamenti del piano campagna (che non hanno conseguenze essendo l'area priva di insediamenti soggetti ad allagamenti) quanto per garantire in qualsiasi situazione (ad esempio per le finalità della protezione civile) il transito sulla strada.
- c) Ponticello sul rio Tepice (sez. 2) della strada comunale Cambiano – Mosetti: insufficiente anche per Tr 20 anni. Un intervento sarebbe da prevedere anche per le pessime condizioni del ponticello.
- d) Ponticello – tombino del fosso Rura (sez. 17 Rura) in corrispondenza della ferrovia Torino Piacenza: è fortemente sottodimensionato se si tiene conto del fatto che è destinato a smaltire tutte le portate esondate dal Tepice. Un intervento di adeguamento sarebbe sicuramente di notevole impegno economico (perché comporterebbe la realizzazione di un nuovo attraversamento della ferrovia con la tecnica dello “spingitubo”) e potrebbe essere giustificato, a parere dello scrivente, più per garantire la stabilità del rilevato ferroviario in caso di alluvione, che per evitare i danni al territorio provocati dagli allagamenti del rio Tepice. Nel caso si dovesse intervenire, sarebbe opportuno studiare il “risanamento” di tutto il “nodo idraulico” costituito dal ponticello del fosso Rura e dal ponte del Tepice sotto la ferrovia, nonché dal salto (ormai inutile) dell'ex mulino Alessio. Sarebbe infatti sensato (sotto l'aspetto della sicurezza idraulica) eliminare il salto del mulino e realizzare – assieme al nuovo attraversamento - un nuovo tracciato del Tepice a nord del rilevato ferroviario e – soprattutto - a distanza di sicurezza da questo.

- e) Ponticello sul rio Tepice (sez. 19) a valle del depuratore: il franco idraulico è quasi zero per Tr 20 anni. Risente fortemente del rigurgito della soglia della sez. 22 e di quello del ponte della Tangenziale. Avrebbe senso demolirlo e ricostruirlo a quota più elevata al fine di ridurre il rigurgito nella zona del depuratore comunale.
- f) Ponte della Tangenziale sul rio Tepice (sez. 21): il notevole spessore dell'impalcato riduce a zero il franco idraulico anche per Tr 20. Non sembra proponibile (né utile) un rifacimento del ponte; sarebbe però possibile migliorare le condizioni di deflusso eliminando il salto di fondo dell'opera idraulica in disuso che si trova nella sez. 22, circa 800 m a valle del ponte, come risulta evidente osservando i profili idraulici riportati nell'Allegato 2.2.
- g) Ponticello sul fosso Rura (sez. 3b) della vecchia sede stradale S.P. Cambiano Chieri: è insufficiente ma non risulta che provochi, nello stato attuale degli insediamenti, allagamenti pericolosi. Provocando un accumulo temporaneo delle acque sul piano campagna a monte della S.P., contribuisce a ridurre il colmo di piena nell'area di via Camporelle. Nell'eventualità dell'ampliamento del cimitero nell'area interessata dai possibili allagamenti, occorrerà ovviamente prevedere le opportune difese idrauliche, procedendo anche all'adeguamento del ponticello.
- h) Tombino sul fosso Rura (sez. 13) in corrispondenza della S.P. variante Cambiano Chieri: è sicuramente insufficiente e provoca un forte rigurgito nel fosso; le acque di esondazione finiscono per attraversare la S.P. variante in prossimità della strada per i Mosetti.
- i) Ponticello in disuso sul rio S. Pietro (sez. 1). Essendo insufficiente ed in disuso dovrebbe essere demolito in quanto potenziale ostacolo per le acque del rio.

6.2. Tratti di alveo intubati con sezioni insufficienti

- a) Tombamento del fosso Rura sotto via Camporelle e via D'Ovia: il tombamento è sicuramente insufficiente e si ritiene necessario un riordino del sistema (si veda la descrizione della situazione attuale nel par. 4.4.3). A parere dello scrivente una soluzione efficace consisterebbe nei seguenti interventi.
 - 1) Realizzazione di un fosso scolmatore a partire dalla sez. 7 fino all'incrocio fra la S.P. Variante per Chieri con via Camporelle; lo scolmatore dovrebbe, ovviamente, sottopassare la S.P. variante con un apposito tombino e smaltire le acque nella rete minore a sud est della strada, in una zona che è totalmente libera da insediamenti. Uno scolmatore realizzato nella posizione indicata potrebbe, se correttamente dimensionato, intercettare anche tutte le acque del fosso Rura esondate fra la sez. 4 e la sez. 7, salvaguardando così l'area edificata. Considerato che la parte più onerosa da realizzare (anche in termini di pratiche autorizzative) è certamente quella che comprende il tombino per il sottopasso della S.P. Variante per Chieri, sarebbe opportuno prevedere la costruzione di tale opera assieme alla rotatoria che sicuramente dovrà prima o poi essere realizzata in corrispondenza del pericoloso incrocio stradale.
 - 2) Rifacimento, con sezione adeguata, della tubazione che partendo da via Camporelle, percorre via d'Ovia e, dopo aver oltrepassato la S.P. variante per Chieri, prosegue sotto il sedime di strada Mosetti fino allo scarico nel tratto terminale del fosso Rura. La

- tubazione attuale Di 800 mm, che convoglia una parte delle acque del fosso Rura, e che deve smaltire anche le acque bianche raccolte dal bacino urbano CN (centro – nord), è insufficiente (causando gli allagamenti che si verificano nel primo tratto di via d'Ovia) e deve comunque essere sostituita.
- b) Breve tratto del “collettore Temo” a valle della Ferrovia. Nel 2004 il Comune di Cambiano ha approvato il progetto definitivo, redatto dallo scrivente, per eliminare un tratto di tubazione di diametro 1000 mm, lungo 5 metri, che “strozza” il collettore D 1700 mm immediatamente a valle della ferrovia. Nel progetto è prevista anche la sostituzione di circa 30 metri della tubazione D 1700 mm (ammalorata) con una sezione scatolare B x H = 2,0 m x 2,20 m dimensionato per smaltire la portata di progetto di 10,5 m³/s (corrispondente a Tr = 100 anni) fino al nuovo inalveamento del rio Temo nel tratto demaniale realizzato nel 2000. A parere dello scrivente i suddetti lavori, non ancora eseguiti, sono indifferibili.

6.3. Manufatti idraulici in disuso

- a) Manufatto di presa con salto di fondo sul rio Vajors (sez. 21) a monte della cascina Graitesca. La presenza del manufatto favorisce l'erosione del Vajors in sponda sinistra a monte della cascina Graitesca. Qualora fosse effettivamente in disuso (come appare), sarebbe opportuno eliminarlo risagomando l'alveo fino alla S.P. per Chieri.
- b) Salto dell'ex mulino Alessio sul rio Tepice (sez. 06). La presenza del salto favorisce l'allagamento delle aree in sponda destra del Tepice. Poiché il salto non è più sfruttato, sarebbe opportuno eliminarlo nel quadro di una ristrutturazione di tutto il “nodo idraulico” come indicato nel punto d) del par. 6.1..
- c) Manufatto di presa in disuso con salto di fondo sul rio Tepice (sez. 22) a valle del ponte della Tangenziale. Il manufatto altera il profilo della corrente di piena e contribuisce a ridurre il franco idraulico in corrispondenza del ponte della Tangenziale (si veda il punto f del par. 6.1). Con l'eliminazione di questo manufatto ed il disalveo del rio Tepice a monte, fino alla zona del depuratore, si migliorerebbero le condizioni di deflusso della piena in tutto il tratto compreso fra il depuratore e il ponte della Tangenziale.

6.4. Insufficienza della fognatura bianca

Le fognature bianche del Comune di Cambiano sono state oggetto di una serie di interventi migliorativi e non provocano frequenti allagamenti del piano stradale. Le criticità evidenziate nella presente relazione dipendono dal fatto che le verifiche sono state, in questa sede, eseguite tenendo conto delle portate con tempi di ritorno anche di 100 – 500 anni, mentre le fognature in genere sono dimensionate per far fronte ad eventi con Tr = 20 anni.

Ciò premesso si ritiene che siano da eseguire i seguenti interventi già segnalati nei punti a) e b) del par. 6.2 e che si descrivono nuovamente qui di seguito (in questo caso i “tratti di alveo intubati” sono tutt'uno con la fognatura bianca):

- a) Rifacimento, con sezione adeguata, della tubazione che partendo da via Camporelle, percorre via d'Ovia e, dopo aver oltrepassato la S.P. variante per Chieri, prosegue sotto il sedime di strada Mosetti fino allo scarico nel tratto terminale del fosso Rura. La tubazione attuale Di 800 mm, che convoglia una parte delle acque del fosso Rura, e

che deve smaltire anche le acque bianche raccolte dal bacino urbano CN (centro - nord), è insufficiente (causando gli allagamenti che si verificano nel primo tratto di via d'Ovia) e deve comunque essere sostituita.

- b) Breve tratto del “collettore Temo” a valle della Ferrovia. Nel 2004 il Comune di Cambiano ha approvato il progetto definitivo, redatto dallo scrivente, per eliminare un tratto di tubazione di diametro 1000 mm, lungo 5 metri, che “strozza” il collettore D 1700 mm immediatamente a valle della ferrovia. Nel progetto è prevista anche la sostituzione di circa 30 metri della tubazione D 1700 mm (ammalorata) con una sezione scatolare B x H = 2,0 m x 2,20 m dimensionato per smaltire la portata di progetto di 10,5 m³/s (corrispondente a Tr = 100 anni) fino al nuovo inalveamento del rio Temo nel tratto demaniale realizzato nel 2000. A parere dello scrivente i suddetti lavori, non ancora eseguiti, sono indifferibili.

Carbonara Scrivia, 28 novembre 2010

Ing. Giovanni Carena

IDROLOGIA

Tabelle di calcolo delle altezze di pioggia, tempi di corrivazione, portate

Allegato 1.1 - Piogge

Allegato 1.2 – Tempi di corrivazione

Allegato 1.3 – Portate di piena al colmo

Piogge

Tab. 1 – Moncalieri U.I. – distribuzione delle piogge intense di durata 1 ora

Tab. 2 – Pino Torinese Osservatorio – distribuzione delle piogge intense di durata 1 ora

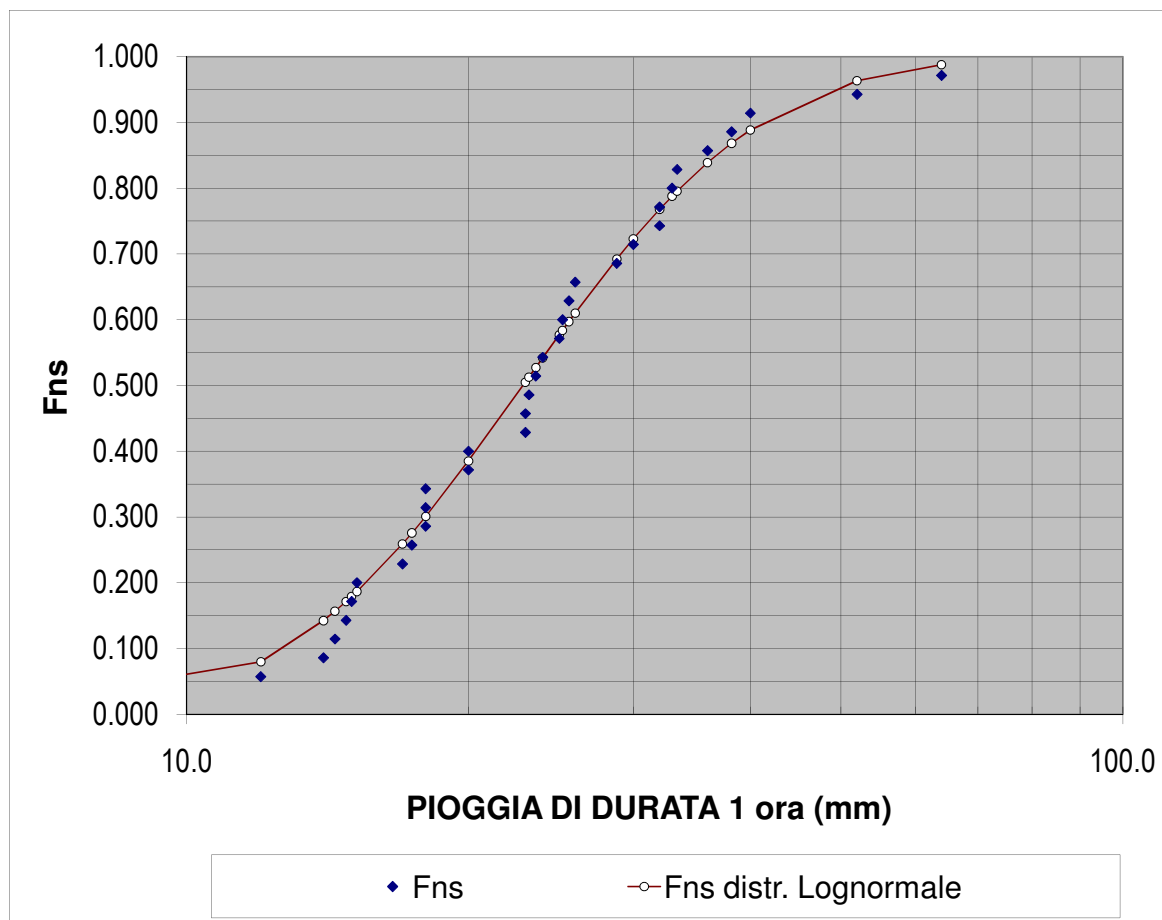
Tabb. 3 - 5 Curve di massima probabilità pluviometrica SP_1 – Area omogenea 15

Tab. 6.1. – Pino Torinese – piogge intense con $tp < 1$ ora

Tab. 6.2. – Pino Torinese – distribuzione delle piogge intense con $tp = 0,5$ ore

TABELLA 1
MONCALIERI - UFFICIO IDROGRAFICO
DISTRIBUZIONE DELLE PIOGGE INTENSE DI DURATA 1 ORA

n	h (mm)	Fns	ln h	Fns distr. Lognormale
1	5.6	0.029	1.723	0.001
2	12.0	0.057	2.485	0.080
3	14.0	0.086	2.639	0.142
4	14.4	0.114	2.667	0.157
5	14.8	0.143	2.695	0.171
6	15.0	0.171	2.708	0.179
7	15.2	0.200	2.721	0.187
8	17.0	0.229	2.833	0.259
9	17.4	0.257	2.856	0.276
10	18.0	0.286	2.890	0.301
11	18.0	0.314	2.890	0.301
12	18.0	0.343	2.890	0.301
13	20.0	0.371	2.996	0.385
14	20.0	0.400	2.996	0.385
15	23.0	0.429	3.135	0.505
16	23.0	0.457	3.135	0.505
17	23.2	0.486	3.144	0.512
18	23.6	0.514	3.161	0.527
19	24.0	0.543	3.178	0.542
20	25.0	0.571	3.219	0.577
21	25.2	0.600	3.227	0.584
22	25.6	0.629	3.243	0.597
23	26.0	0.657	3.258	0.610
24	28.8	0.686	3.360	0.692
25	30.0	0.714	3.401	0.723
26	32.0	0.743	3.466	0.768
27	32.0	0.771	3.466	0.768
28	33.0	0.800	3.497	0.788
29	33.4	0.829	3.509	0.795
30	36.0	0.857	3.584	0.839
31	38.2	0.886	3.643	0.868
32	40.0	0.914	3.689	0.888
33	52.0	0.943	3.951	0.963
34	64.0	0.971	4.159	0.988



media	3.130
dev_st	0.459

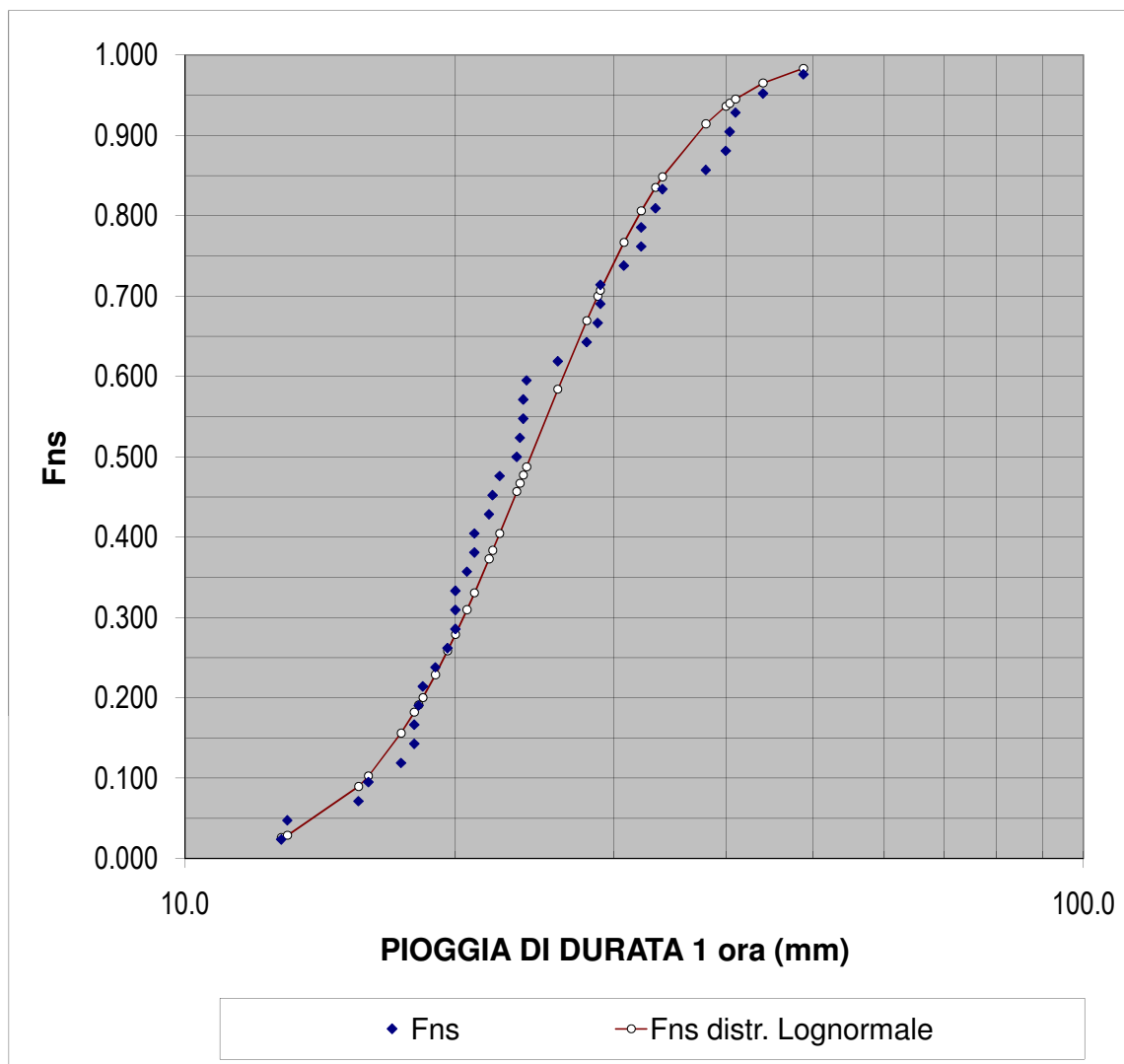
Dati registrati dal 1940 al 1986

h (mm)	33.7	41.2	48.6	58.7	66.5	74.6	85.7
Fns lognorm	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.995	0.998
TR (anni)	5	10	20	50	100	200	500

**TABELLA 2
PINO TORINESE
DISTRIBUZIONE DELLE PIOGGE INTENSE DI DURATA 1 ORA**

n	h (mm)	Fns	ln h	Fns distr. Lognormale
1	12.8	0.024	2.549	0.026
2	13.0	0.048	2.565	0.029
3	15.6	0.071	2.747	0.090
4	16.0	0.095	2.773	0.103
5	17.4	0.119	2.856	0.156
6	18.0	0.143	2.890	0.182
7	18.0	0.167	2.890	0.182
8	18.2	0.190	2.901	0.191
9	18.4	0.214	2.912	0.200
10	19.0	0.238	2.944	0.229
11	19.6	0.262	2.976	0.258
12	20.0	0.286	2.996	0.279
13	20.0	0.310	2.996	0.279
14	20.0	0.333	2.996	0.279
15	20.6	0.357	3.025	0.310
16	21.0	0.381	3.045	0.331
17	21.0	0.405	3.045	0.331
18	21.8	0.429	3.082	0.373
19	22.0	0.452	3.091	0.383
20	22.4	0.476	3.109	0.405
21	23.4	0.500	3.153	0.457
22	23.6	0.524	3.161	0.467
23	23.8	0.548	3.170	0.477
24	23.8	0.571	3.170	0.477
25	24.0	0.595	3.178	0.487
26	26.0	0.619	3.258	0.584
27	28.0	0.643	3.332	0.669
28	28.8	0.667	3.360	0.700
29	29.0	0.690	3.367	0.707
30	29.0	0.714	3.367	0.707
31	30.8	0.738	3.428	0.767
32	32.2	0.762	3.472	0.806
33	32.2	0.786	3.472	0.806
34	33.4	0.810	3.509	0.835
35	34.0	0.833	3.526	0.848
36	38.0	0.857	3.638	0.914
37	40.0	0.881	3.689	0.936
38	40.4	0.905	3.699	0.940
39	41.0	0.929	3.714	0.945
40	44.0	0.952	3.784	0.965
41	48.8	0.976	3.888	0.983

media	3.188
dev_st	0.328



h (mm)	32.0	37.0	41.5	47.6	52.0	56.5	62.4
Fns lognorm	0.801	0.901	0.949	0.980	0.990	0.995	0.998
TR (anni)	5	10	20	50	99	200	501

Dati registrati dal 1938 al 1982

TABELLA 3
AREA OMOGENEA 15
CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA PER TR = 5 - 20 ANNI

SOTTOPROGETTO SP1							
DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI MASSIMA POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA							
DISTRIBUZIONE DI PROBABILITA' DEGLI EVENTI: ZONE PLUVIOMETRICHE OMOGENEE							
rev. 01- Gennaio 1996							
BACINO DEL F.PO: AREA OMOGENEA 15							
$h \text{ (mm)} = a t^n$							
con t espresso in giorni.							
a = 16,207 Ln(Tr) + 50,09							
n = - 0,031 Ln(Ln(Tr)) + 0,435 per t > 1 giorno							
n' = -0,051 Ln(Ln(Tr)) + 0,317 per t < 1 giorno							
Tr (anni) 5 ←				Tr (anni) 20 ←			
a (mm) 76.17 <u>con t in giorni</u>				a (mm) 98.64 <u>con t in giorni</u>			
n 0.42				n 0.40			
n' 0.29				n' 0.26			
t		h		t		h	
(ore)	(giorni)	(mm)	(mm)	(ore)	(giorni)	(mm)	(mm)
1	0.041667	30.0		1	0.041667	43.0	
3	0.125	41.4		3	0.125	57.3	
6	0.25	50.8		6	0.25	68.7	
12	0.5	62.2		12	0.5	82.3	
24	1	76.2	76.2	24	1	98.6	98.6
	2		101.9		2		130.2
	3		120.9		3		153.2
	4		136.4		4		172.0
	5		149.8		5		188.1
Curva $h = a * t^n$ con t espresso in ore				Curva $h = a * t^n$ con t espresso in ore			
TR =	5			TR =	20		
a =	30.0		t < 24 ore	a =	43.0		t < 24 ore
n' =	0.29			n' =	0.26		

TABELLA 4
AREA OMOGENEA 15
CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA PER TR = 50 - 100 ANNI

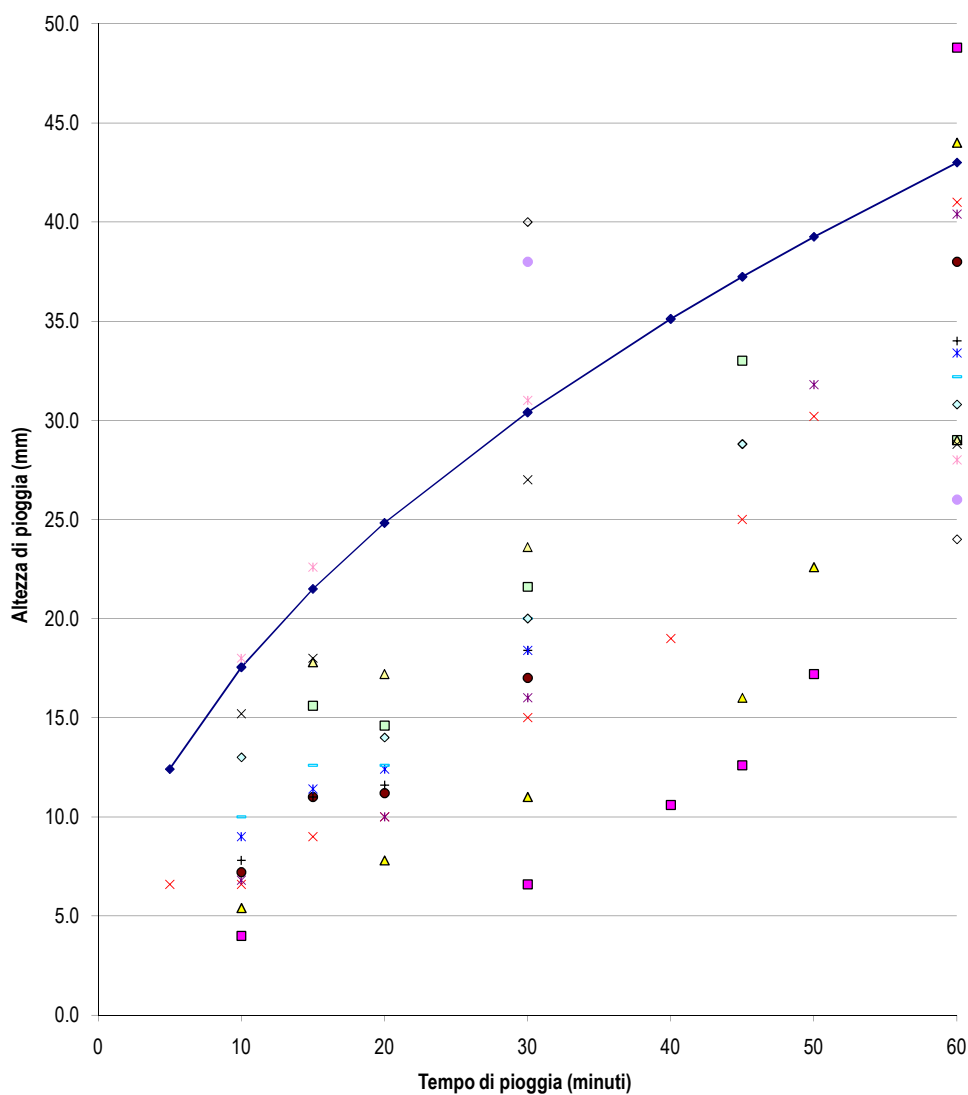
SOTTOPROGETTO SP1							
DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI MASSIMA POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA							
DISTRIBUZIONE DI PROBABILITA' DEGLI EVENTI: ZONE PLUVIOMETRICHE OMOGENEE							
rev. 01- Gennaio 1996							
BACINO DEL F.PO: AREA OMOGENEA 15							
$h \text{ (mm)} = a t^n$							
con t espresso in giorni.							
a = 16,207 Ln(Tr) + 50,09							
n = - 0,031 Ln(Ln(Tr)) + 0,435 per t > 1 giorno							
n' = -0,051 Ln(Ln(Tr)) + 0,317 per t < 1 giorno							
Tr (anni) 50 ←				Tr (anni) 100 ←			
a (mm)	113.49	con t in giorni		a (mm)	124.73	con t in giorni	
n	0.39			n	0.39		
n'	0.25			n'	0.24		
t	t	h	h	t	t	h	h
(ore)	(giorni)	(mm)	(mm)	(ore)	(giorni)	(mm)	(mm)
1	0.041667	51.7		1	0.041667	58.3	
3	0.125	67.8		3	0.125	75.9	
6	0.25	80.5		6	0.25	89.5	
12	0.5	95.6		12	0.5	105.7	
24	1	113.5	113.5	24	1	124.7	124.7
	2		149.0		2		163.2
	3		174.7		3		190.9
	4		195.6		4		213.5
	5		213.5		5		232.8
Curva $h = a * t^n$ con t espresso in ore				Curva $h = a * t^n$ con t espresso in ore			
TR =	50			TR =	100		
a =	51.7		t < 24 ore	a =	58.3		t < 24 ore
n' =	0.25			n' =	0.24		

TABELLA 5
AREA OMOGENEA 15
CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA PER TR = 200 - 500 ANNI

SOTTOPROGETTO SP1							
DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI MASSIMA POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA							
DISTRIBUZIONE DI PROBABILITA' DEGLI EVENTI: ZONE PLUVIOMETRICHE OMOGENEE							
rev. 01- Gennaio 1996							
BACINO DEL F.PO: AREA OMOGENEA 15							
$h \text{ (mm)} = a t^n$							
con t espresso in giorni.							
a = 16,207 Ln(Tr) + 50,09							
n = - 0,031 Ln(Ln(Tr)) + 0,435							
n' = -0,051 Ln(Ln(Tr)) + 0,317							
				per t > 1 giorno			
				per t < 1 giorno			
Tr (anni)	200	←		Tr (anni)	500	←	
a (mm)	135.96	con t in giorni		a (mm)	150.81	con t in giorni	
n	0.38			n	0.38		
n'	0.23			n'	0.22		
t	t	h	h	t	t	h	h
(ore)	(giorni)	(mm)	(mm)	(ore)	(giorni)	(mm)	(mm)
1	0.041667	65.1		1	0.041667	74.0	
3	0.125	83.9		3	0.125	94.7	
6	0.25	98.6		6	0.25	110.6	
12	0.5	115.8		12	0.5	129.1	
24	1	136.0	136.0	24	1	150.8	150.8
	2		177.3		2		196.0
	3		207.2		3		228.5
	4		231.3		4		254.8
	5		252.0		5		277.3
Curva $h = a * t^n$ con t espresso in ore				Curva $h = a * t^n$ con t espresso in ore			
TR =	200			TR =	500		
a =	65.1	t < 24 ore		a =	74.0	t < 24 ore	
n' =	0.23			n' =	0.22		

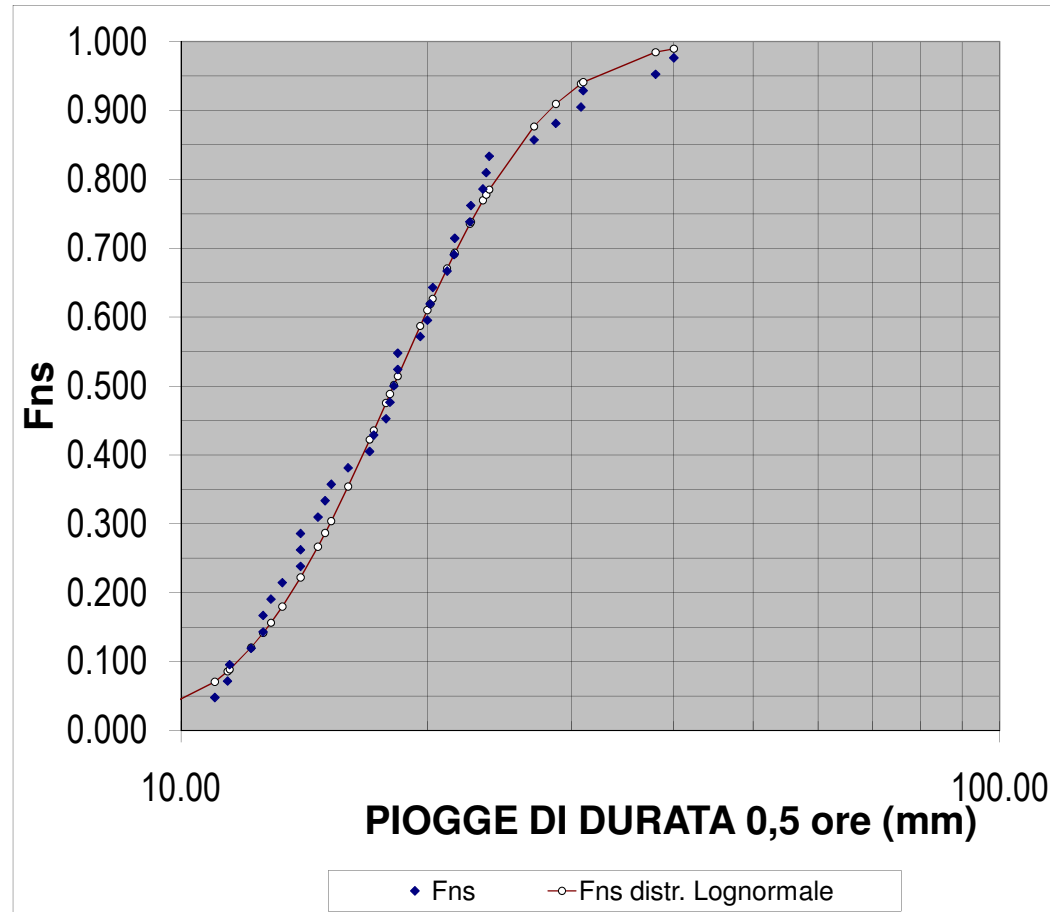
TABELLA 6-1
PINO TORINESE
PIOGGE INTENSE CON $t_p < 1$ ora

		0.083	0.167	0.250	0.333	0.500	0.667	0.750	0.833	1.000
Tempo di pioggia (min)		5	10	15	20	30	40	45	50	60
Curva di progetto	→	12.4	17.6	21.5	24.8	30.4	35.1	37.2	39.3	43.0
TR =	20		4.0			6.6	10.6	12.6	17.2	48.8
a =	43		5.4		7.8	11.0		16.0	22.6	44.0
n =	0.5	6.6	6.6	9.0	10.0	15.0	19.0	25.0	30.2	41.0
			6.8		10.0	16.0			31.8	40.4
Piogge intense	⇒		7.2	11.0	11.2	17.0				38.0
Dati dal 1937 al 1982 = 42 anni			7.8	11.0	11.6	18.4				34.0
58 valori riportati con $t_p < 60'$			9.0	11.4	12.4	18.4				33.4
			10.0	12.6	12.6	20.0				32.2
Per $t_p = 1$ ora sono riportati i			13.0		14.0	20.0		28.8		30.8
15 valori più alti nel periodo				15.6	14.6	21.6		33.0		29.0
				17.8	17.2	23.6				29.0
			15.2	18.0		27.0				28.8
			18.0	22.6		31.0				28.0
						38.0				26.0
						40.0				24.0



**TABELLA 6.2
PINO TORINESE
DISTRIBUZIONE DELLE PIOGGE INTENSE DI DURATA 0,5 ORE
(SERIE STORICA RICOSTRUITA)**

n	h (mm)	Fns	ln h	Fns distr. Lognormale
1	9.10	0.024	2.208	0.021
2	11.00	0.048	2.398	0.071
3	11.40	0.071	2.434	0.086
4	11.47	0.095	2.439	0.088
5	12.18	0.119	2.500	0.120
6	12.60	0.143	2.534	0.141
7	12.60	0.167	2.534	0.141
8	12.88	0.190	2.556	0.156
9	13.30	0.214	2.588	0.180
10	14.00	0.238	2.639	0.222
11	14.00	0.262	2.639	0.222
12	14.00	0.286	2.639	0.222
13	14.70	0.310	2.688	0.267
14	15.00	0.333	2.708	0.287
15	15.26	0.357	2.725	0.304
16	16.00	0.381	2.773	0.354
17	17.00	0.405	2.833	0.422
18	17.20	0.429	2.845	0.436
19	17.80	0.452	2.879	0.475
20	18.00	0.476	2.890	0.488
21	18.20	0.500	2.901	0.501
22	18.40	0.524	2.912	0.514
23	18.40	0.548	2.912	0.514
24	19.60	0.571	2.976	0.587
25	20.00	0.595	2.996	0.610
26	20.16	0.619	3.004	0.619
27	20.30	0.643	3.011	0.627
28	21.14	0.667	3.051	0.671
29	21.56	0.690	3.071	0.691
30	21.60	0.714	3.073	0.693
31	22.54	0.738	3.115	0.736
32	22.60	0.762	3.118	0.738
33	23.38	0.786	3.152	0.769
34	23.60	0.810	3.161	0.778
35	23.80	0.833	3.170	0.785
36	27.00	0.857	3.296	0.877
37	28.70	0.881	3.357	0.910
38	30.80	0.905	3.428	0.939
39	31.00	0.929	3.434	0.941
40	38.00	0.952	3.638	0.985
41	40.00	0.976	3.689	0.990



h (mm)	24.2	28.2	31.9	36.6	40.2	43.8	48.6
Fns lognorm	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	0.995	0.998
TR (anni)	5	10	20	50	100	200	500

media	2.900
dev_st	0.341

Dati registrati dal 1938 al 1982

Legenda dati:

nero = valore registrato tp = 30'

rosso = 0,7 x valore registrato tp = 1 h

blu = valore registrato per tp < 30' se maggiore di 0,7 x valore registrato tp = 1 h

Caratteristiche dei bacini e tempi di corrivazione

Nelle tabelle che seguono viene calcolato il tempo di corrivazione (t_c - ore) dei vari bacini idrografici, in funzione parametri sotto indicati, utilizzando le formule di Giandotti, Pezzoli, Horton e Ventura:

- Area del bacino (S - km²)
- Quota massima, media e minima del bacino (H_{\max} / H_{med} / H_{sez} - m s.m.)
- Lunghezza asta (L - km)
- Pendenza media dell'asta (i - %)
- Velocità media della corrente (V - m/s)
- Coefficiente di scabrezza di Strickler (c - m^{1/3}/s)

Formula di Giandotti → $(4 S^{0,5} + 1,5 L) / (0,8 (H_{\text{med}} - H_{\text{sez}})^{0,5})$

Formula di Pezzoli → $(220 / (c (1000 L)^{1/3})) (1000000 S / (i / 100))^{0,5} / 3600$

Formula di Horton → $L / (3,6 V)$

Formula di Pezzoli (2) → $0,055 L / (i / 100)^{0,5}$

Formula di Ventura → $0,127 L / (100 S / i)^{0,5}$

Elenco delle tabelle:

Tabb. 7.1 - 7.4	Rio Vajors
Tabb. 8.1 - 8.4	Rio Tepice a valle della confluenza del rio Vajors
Tab. 9	Rio Castelvecchio
Tab. 10	Rio Tepice a monte della confluenza del rio Vajors
Tab. 11	Rio S. Pietro
Tabb. 12.1 - 12.8	Fosso Rura
Tabb. 13.1 - 13.5	Rio Temo
Tabb. 14.1 - 14.3	Bacini urbani (centro nord, centro est, centro ovest)

TABELLA 7.1
RIO VAJORS - SEZ. V1
TEMPO DI CORRIVAZIONE

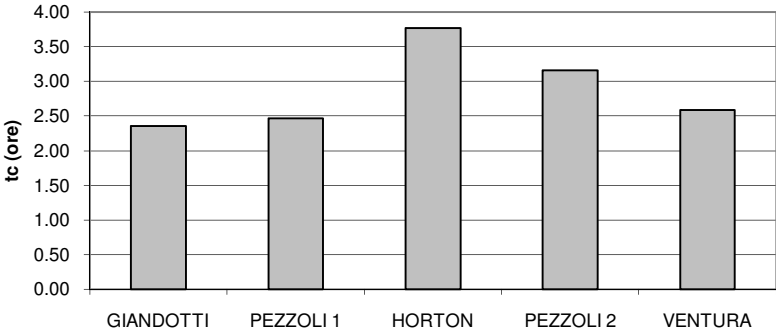
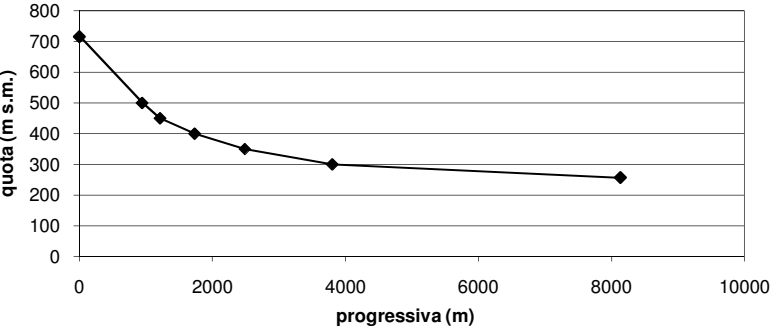
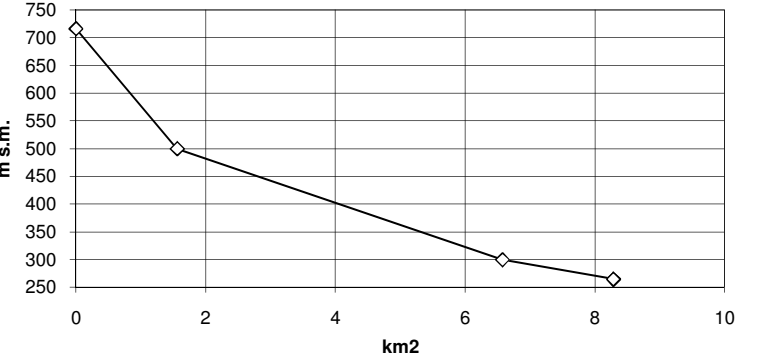
BACINO		Rio Vajors - fraz. Madonna della Scala (sez. V1)	
AREA (km ²)	8.28	METODO	tc (ore)
Hmax (msm)	716	1 GIANDOTTI	2.36
Hm (msm)	415	2 PEZZOLI 1	2.47
Hsez (msm)	257	3 HORTON	3.77
L asta (km)	8.14	4 PEZZOLI 2	3.16
		5 VENTURA	2.58
		MEDIA	2.87
v (*) (m/s)	0.60	➔ VALORE SCELTO	2.5 ore
i asta (%)	2.0	TEMPO DI CORRIVAZIONE 	
c Strickler	25		
(*)			
i asta (%)	v (m/s)		
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
716	0		
500	945	1977	
450	1211	614	
400	1735	1696	
350	2487	2916	
300	3802	6744	
257	8137	43526	
SOMMA	8137	57473	
imed		2.0%	
PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA			
			
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	716	0	
1.56	500	948	
6.57	300	2004	
8.28	265	483	
8.28	265	0	
H med	415	3436	
CURVA IPSOGRAFICA			
			

TABELLA 7.2
RIO VAJORS - SEZ. V2
TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO		Rio Vajors - attraversamento S.P. Cambiano - Chieri (sez. V2)	
AREA (km ²)	9.70	METODO	tc (ore)
Hmax (msm)	716	1 GIANDOTTI	2.63
Hm (msm)	394	2 PEZZOLI 1	2.67
Hsez (msm)	257	3 HORTON	3.77
L asta (km)	8.14	4 PEZZOLI 2	3.16
		5 VENTURA	2.79
		MEDIA	3.01
v (*) (m/s)	0.60	➔	VALORE SCELTO
i asta (%)	2.0		2.7
c Strickler	25		ore
TEMPO DI CORRIVAZIONE			
(*)			
i asta (%)	v (m/s)		
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA			
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
716	0		
500	945	1977	
450	1211	614	
400	1735	1696	
350	2487	2916	
300	3802	6744	
257	8137	43526	
SOMMA	8137	57473	
imed		2.0%	
CURVA IPSOGRAFICA			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	716	0	
1.56	500	948	
6.57	300	2004	
9.70	257	872	
9.70	257	0	
H med	394	3824	

TABELLA 7.3
RIO VAJORS - SEZ. V3
TEMPO DI CORRIVAZIONE

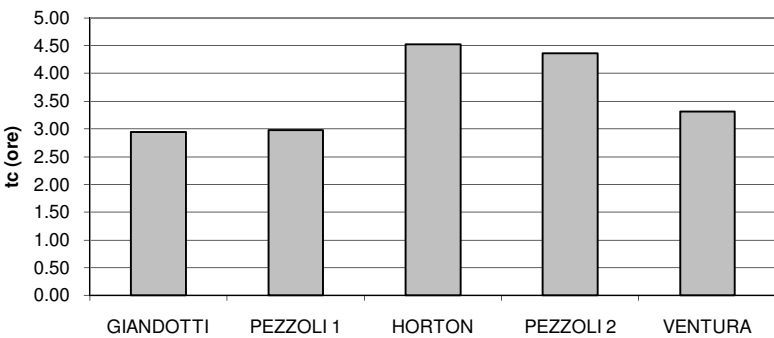
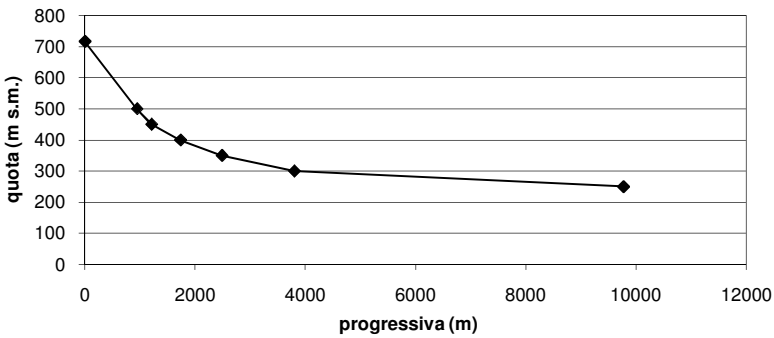
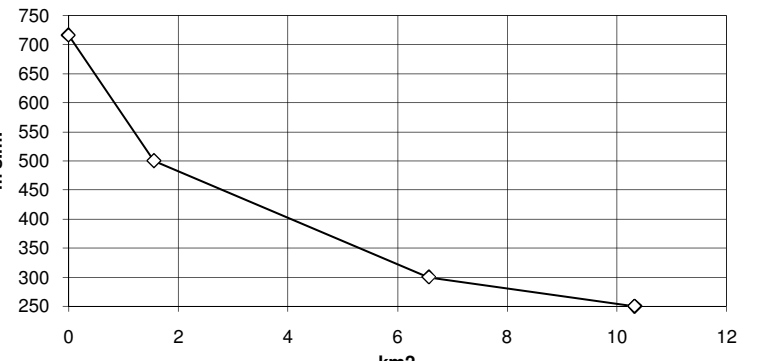
BACINO		Rio Vajors a monte confluenza rio Castelvechio (sez. V3)	
AREA (km ²)	10.32	METODO	tc (ore)
Hmax (msm)	716	1 GIANDOTTI	2.95
Hm (msm)	386	2 PEZZOLI 1	2.98
Hsez (msm)	250	3 HORTON	4.53
L asta (km)	9.78	4 PEZZOLI 2	4.36
		5 VENTURA	3.31
		MEDIA	3.63
v (*) (m/s)	0.60	➔ VALORE SCELTO	3.0 ore
i asta (%)	1.5	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
c Strickler	25		
(*)		PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
i asta (%)	v (m/s)		
1-2	0.6	CURVA IPSOGRAFICA	
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
716	0		
500	945	1977	
450	1211	614	
400	1735	1696	
350	2487	2916	
300	3802	6744	
250	9780	65366	
SOMMA	9780	79312	
imed		1.5%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	716	0	
1.56	500	948	
6.57	300	2004	
10.32	250	1031	
10.32	250	0	
H med	386	3984	

TABELLA 7.4
RIO VAJORS - SEZ. V4
TEMPO DI CORRIVAZIONE

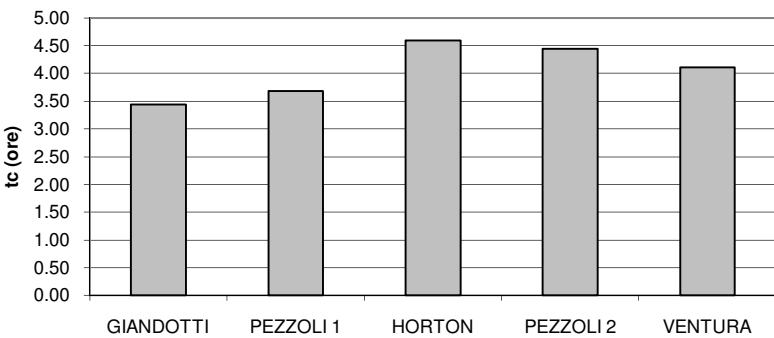
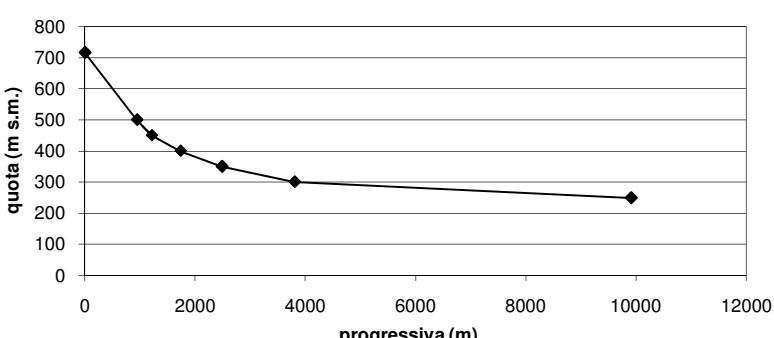
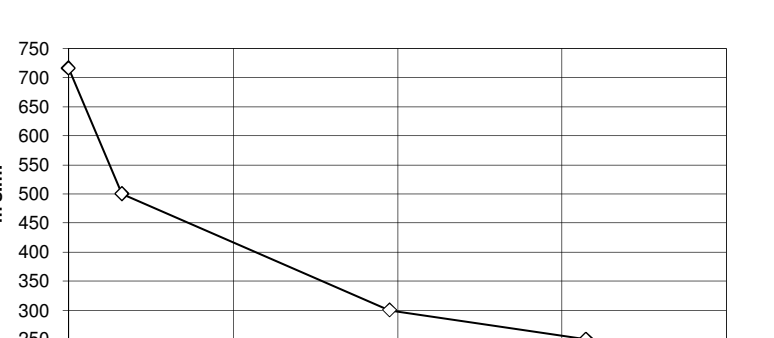
BACINO		Rio Vajors a valle confluenza rio Castelvecchio (sez. V4)			
AREA (km ²)	15.75	METODO	tc		
			(ore)		
Hmax (msm)	716	1 GIANDOTTI	3.44		
Hm (msm)	374	2 PEZZOLI 1	3.68		
Hsez (msm)	249	3 HORTON	4.59		
		4 PEZZOLI 2	4.44		
L asta (km)	9.91	5 VENTURA	4.11		
		MEDIA	4.05		
v (*) (m/s)	0.60	➔	VALORE SCELTO	3.7 ore	
i asta (%)	1.5	TEMPO DI CORRIVAZIONE 			
c Strickler	25				
(*)					
i asta (%)	v (m/s)				
1-2	0.6				
2-4	0.9				
4-6	1.2				
6-10	1.5				
Pendenza media asta		PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA			
quota (m s.m.)	progr (m)				
716	0				
500	945				
450	1211				
400	1735				
350	2487				
300	3802				
249	9908				
SOMMA	9908				
imed					
		80758			
		1.5%			
Curva ipsografica		CURVA IPSOGRAFICA			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)				
	Integrale				
0.00	716				
1.62	500				
9.76	300				
15.73	250				
15.75	249				
H med	374				5888

TABELLA 8.1
RIO TEPICE - SEZ. T1
TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO		Rio Tepice a valle confluenza rio Vajors - ponte ferrovia (sez. T1)		
AREA (km ²)	42.52	METODO	tc (ore)	
Hm (msm)	372	1 GIANDOTTI	5.54	
Hsez (msm)	245	2 PEZZOLI 1	6.49	
		3 HORTON	7.37	
L asta (km)	15.92	4 PEZZOLI 2	8.97	
		5 VENTURA	8.48	
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	7.37	
i asta (%)	1.0	➔ VALORE SCELTO	6.5	ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE		
PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA				
CURVA IPSOGRAFICA				
Pendenza media asta				
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5		
660	0			
500	357	533		
450	762	1153		
400	1740	4325		
350	3807	13290		
300	6626	21167		
250	14530	99377		
245	15924	23276		
SOMMA	15924	163121		
imed		1.0%		
Curva ipsografica				
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale		
0.00	716	0		
3.50	500	2128		
27.45	300	9580		
41.67	250	3911		
42.52	245	210		
H med	372	15829		

TABELLA 8.2
RIO TEPICE - SEZ. T2
TEMPO DI CORRIVAZIONE

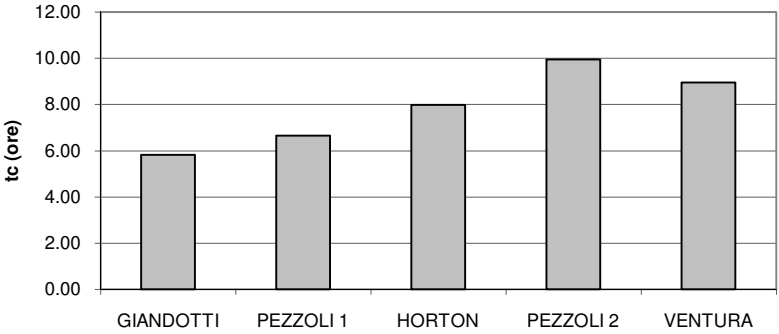
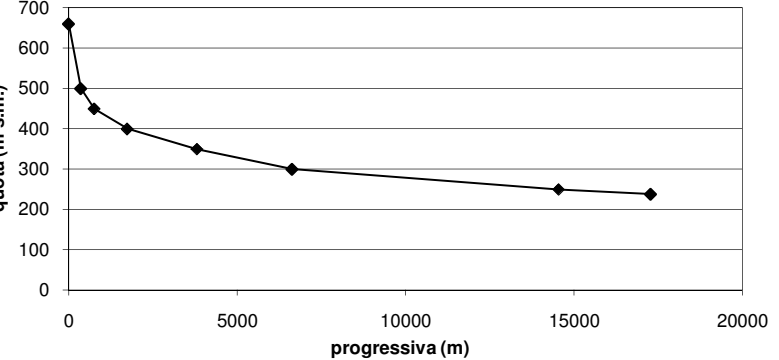
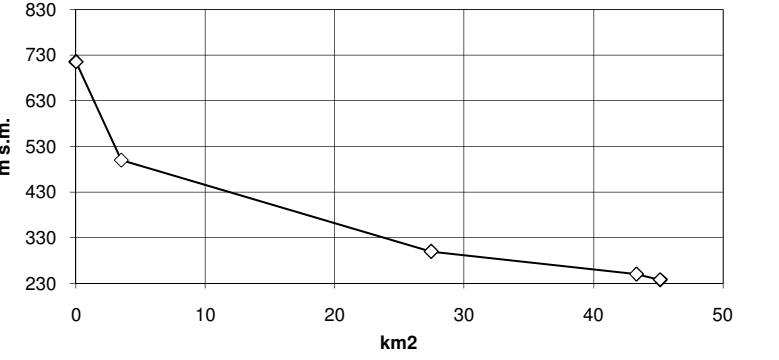
BACINO		Rio Tepice - ponte S.S. 29 (sez. T2)	
AREA (km ²)	45.14	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	366	1 GIANDOTTI	5.83
Hsez (msm)	238	2 PEZZOLI 1	6.66
		3 HORTON	7.99
L asta (km)	17.26	4 PEZZOLI 2	9.95
		5 VENTURA	8.95
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	7.88
i asta (%)	0.9	➔ VALORE SCELTO	6.7 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta		CURVA IPSOGRAFICA	
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
660	0	533	
500	357	1153	
450	762	4325	
400	1740	13290	
350	3807	21167	
300	6626	99377	
250	14530	41109	
238	17257		
SOMMA	17257	180954	
imed		0.9%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	716	0	
3.50	500	2128	
27.45	300	9580	
43.31	250	4362	
45.14	238	447	
H med	366	16516	

TABELLA 8.3
RIO TEPICE - SEZ. T3
TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO		Rio Tepice - ponte A21 (sez. T3)		
AREA (km ²)	48.12	METODO	tc (ore)	
Hm (msm)	359	1 GIANDOTTI	6.17	
Hsez (msm)	233	2 PEZZOLI 1	6.93	
		3 HORTON	8.53	
L asta (km)	18.43	4 PEZZOLI 2	10.94	
		5 VENTURA	9.51	
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	8.42	
i asta (%)	0.9	➔ VALORE SCELTO	7.0	ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE		
(*)		PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA		
i asta (%)	v (m/s)			
1-2	0.6	CURVA IPSOGRAFICA		
2-4	0.9			
4-6	1.2			
6-10	1.5			
Pendenza media asta				
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5		
660	0	533		
500	357	1153		
450	762	4325		
400	1740	13290		
350	3807	21167		
300	6626	99377		
250	14530	59139		
233	18433			
SOMMA	18433	198984		
imed		0.9%		
Curva ipsografica				
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale		
0.00	716	0		
3.50	500	2128		
27.45	300	9580		
44.83	250	4780		
48.12	233	795		
H med	359	17282		

TABELLA 8.4
RIO TEPICE - SEZ. T4
TEMPO DI CORRIVAZIONE

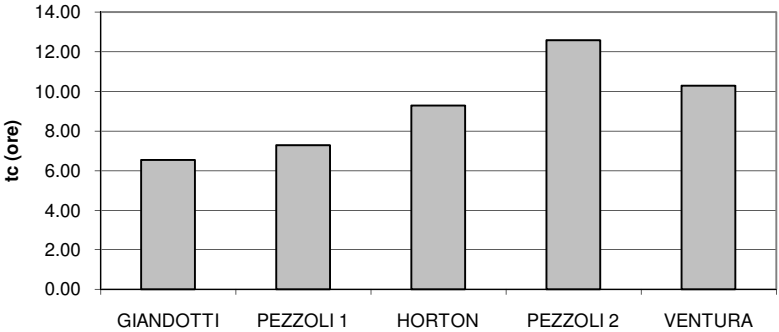
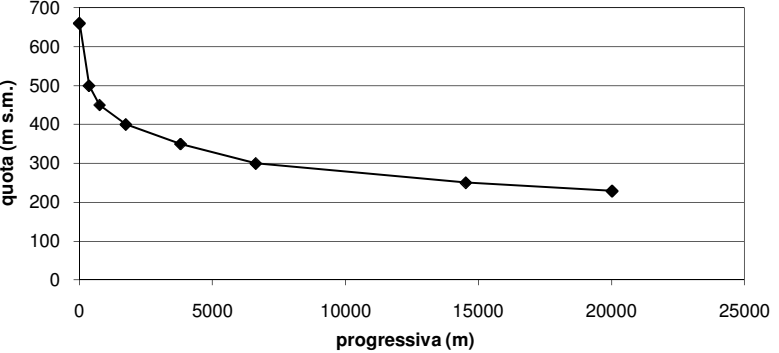
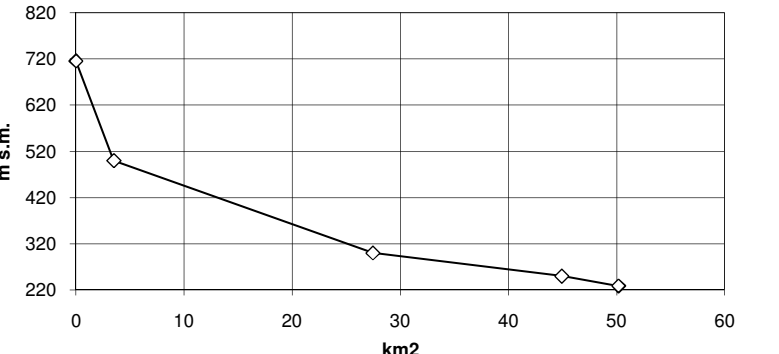
BACINO		Rio Tepice a valle confluenza rio Santenassa (sez. T4)		
AREA (km ²)	50.18	METODO	tc (ore)	
Hm (msm)	354	1 GIANDOTTI	6.52	
Hsez (msm)	229	2 PEZZOLI 1	7.28	
		3 HORTON	9.27	
L asta (km)	20.03	4 PEZZOLI 2	12.58	
		5 VENTURA	10.28	
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	9.19	
i asta (%)	0.8	➔	VALORE SCELTO	7.3 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE		
(*)				
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA		
1-2	0.6			
2-4	0.9	CURVA IPSOGRAFICA		
4-6	1.2			
6-10	1.5			
Pendenza media asta				
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5		
660	0			
500	357	533		
450	762	1153		
400	1740	4325		
350	3807	13290		
300	6626	21167		
250	14530	99377		
229	20026	88912		
SOMMA	20026	228757		
imed		0.8%		
Curva ipsografica				
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale		
0.00	716	0		
3.50	500	2128		
27.45	300	9580		
44.93	250	4807		
50.18	229	1257		
H med	354	17772		

TABELLA 9
RIO CASTELVECCHIO - SEZ. C1
TEMPO DI CORRIVAZIONE

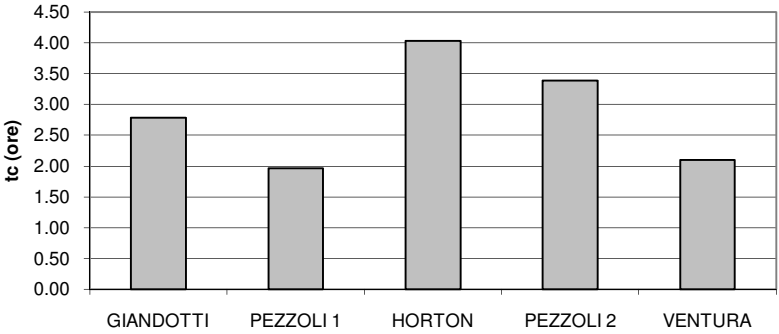
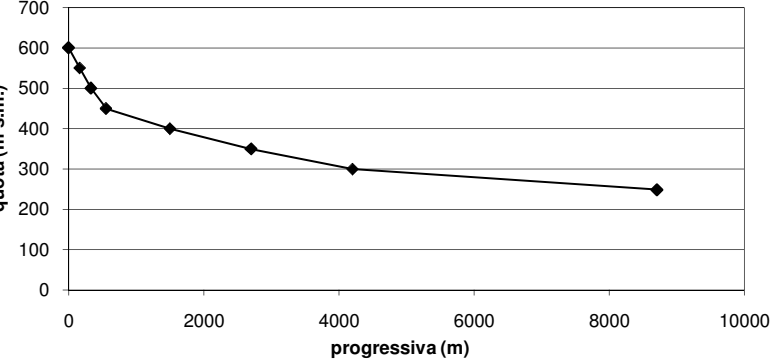
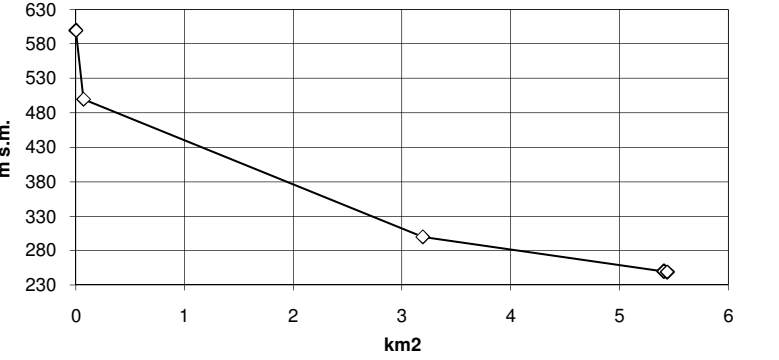
BACINO		Rio Castelvechio alla confluenza con il rio Vajors (sez. C1)		
AREA (km ²)	5.44	METODO	tc (ore)	
Hm (msm)	350	1 GIANDOTTI	2.78	
Hsez (msm)	249	2 PEZZOLI 1	1.96	
		3 HORTON	4.03	
L asta (km)	8.70	4 PEZZOLI 2	3.39	
		5 VENTURA	2.10	
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	2.85	
i asta (%)	2.0	➔	VALORE SCELTO	2.0 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE		
(*)				
i asta (%)	v (m/s)			
1-2	0.6			
2-4	0.9			
4-6	1.2			
6-10	1.5			
Pendenza media asta		PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA		
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5		
600	0			
550	165	300		
500	330	300		
450	555	477		
400	1500	4108		
350	2700	5879		
300	4200	8216		
249	8700	42270		
SOMMA	8700	61550		
imed		2.0%		
Curva ipsografica		CURVA IPSOGRAFICA		
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale		
0.00	600	0		
0.07	500	39		
3.19	300	1248		
5.41	250	611		
5.44	249	7		
H med	350	1904		

TABELLA 10
RIO TEPICE - SEZ. T1m
TEMPO DI CORRIVAZIONE

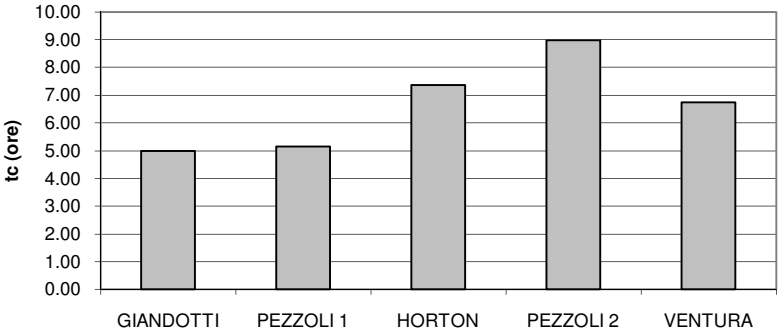
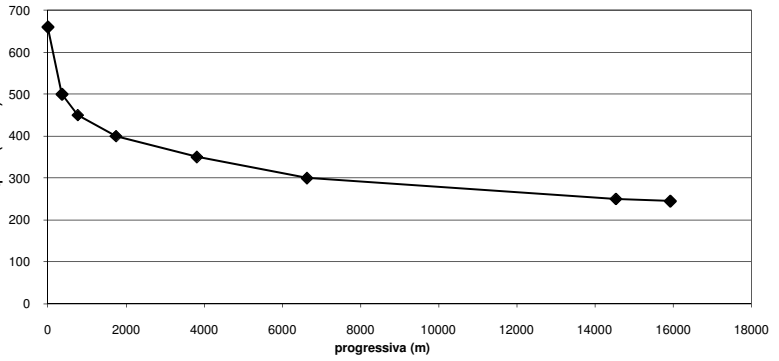
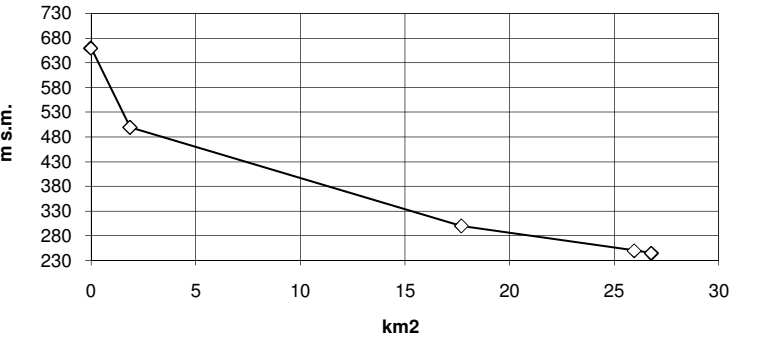
BACINO		Rio Tepice a monte confluenza con il rio Vajors (sez. T1m)	
AREA (km ²)	26.76	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	369	1 GIANDOTTI	5.00
Hsez (msm)	245	2 PEZZOLI 1	5.15
		3 HORTON	7.37
L asta (km)	15.92	4 PEZZOLI 2	8.97
		5 VENTURA	6.73
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	6.64
i asta (%)	1.0	➔ VALORE SCELTO	5.2 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta		CURVA IPSOGRAFICA	
quota (m s.m.)	progr (m)		
	L/(if)^0.5		
660	0		
500	357		
450	762		
400	1740		
350	3807		
300	6626		
250	14530		
245	15924		
SOMMA	15924		
imed		1.0%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)		
	Integrale		
0.00	660	0	
1.87	500	1085	
17.70	300	6332	
25.95	250	2269	
26.76	245	200	
H med	369	9886	

TABELLA 11
RIO S. PIETRO - SEZ. S1
TEMPO DI CORRIVAZIONE

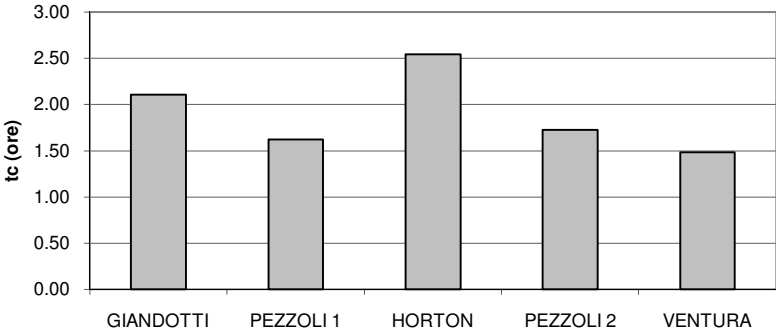
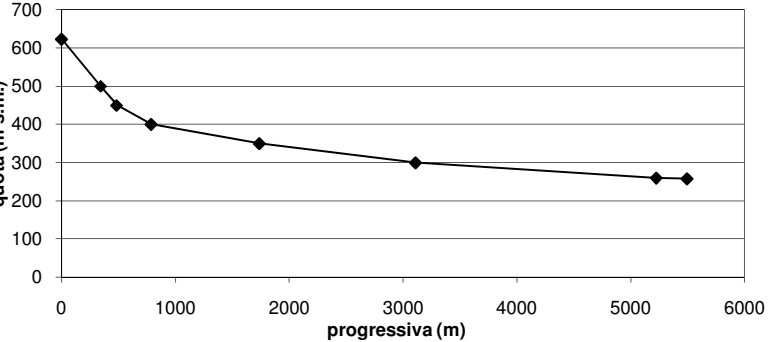
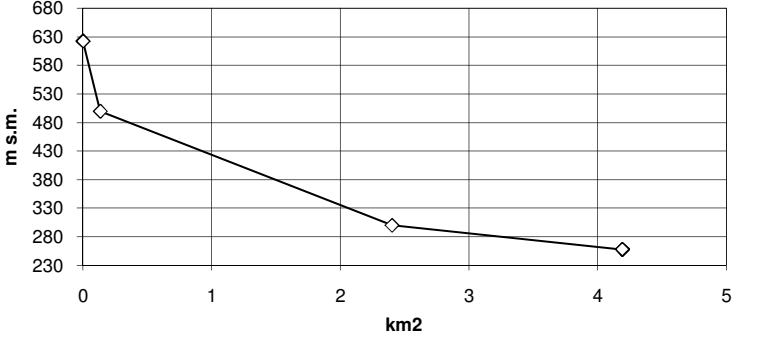
BACINO		Rio S. Pietro a valle cascina Benne (sez. S1)		
AREA (km ²)	4.19	METODO	tc (ore)	
Hm (msm)	353	1 GIANDOTTI	2.10	
Hsez (msm)	258	2 PEZZOLI 1	1.62	
		3 HORTON	2.54	
L asta (km)	5.50	4 PEZZOLI 2	1.73	
		5 VENTURA	1.49	
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.90	
i asta (%)	3.1	➔ VALORE SCELTO	1.6	ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE		
(*)				
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA		
1-2	0.6			
2-4	0.9	CURVA IPSOGRAFICA		
4-6	1.2			
6-10	1.5			
Pendenza media asta				
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5		
623	0			
500	344	575		
450	484	234		
400	788	750		
350	1739	4147		
300	3110	7179		
260	5225	15379		
258	5495	3137		
SOMMA	5495	31402		
imed		3.1%		
Curva ipsografica				
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale		
0.00	623	0		
0.13	500	75		
2.40	300	906		
4.19	258	499		
4.19	258	0		
H med	353	1481		

TABELLA 12-1
FOSSO RURA - SEZ. RU1
TEMPO DI CORRIVAZIONE

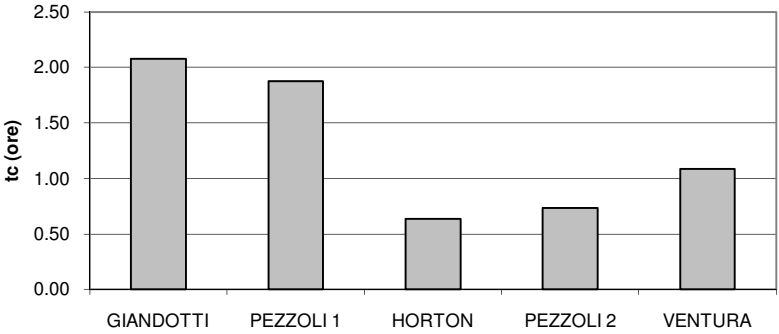
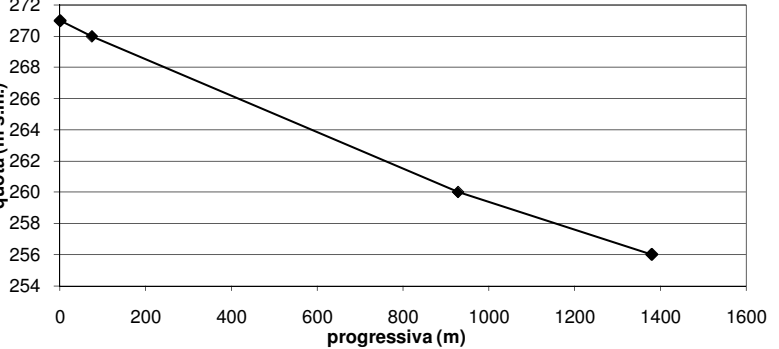
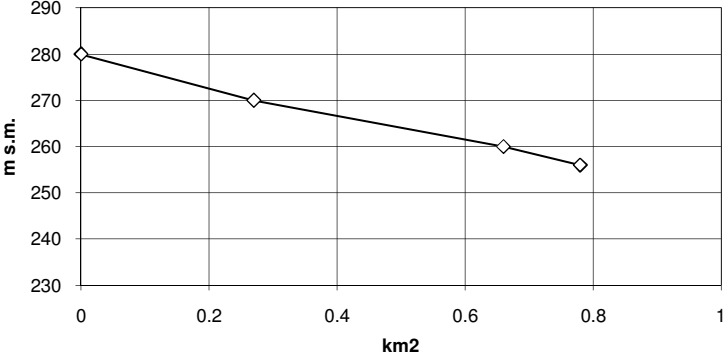
BACINO		Fosso Rura - tombino sotto S.P. Cambiano - Chieri (Sez. RU1)	
AREA (km ²)	0.78	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	267	1 GIANDOTTI	2.08
Hsez (msm)	256	2 PEZZOLI 1	1.87
		3 HORTON	0.64
L asta (km)	1.38	4 PEZZOLI 2	0.73
		5 VENTURA	1.08
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.28
i asta (%)	1.1	➔ VALORE SCELTO	2.2 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
271	0		
270	74	637	
260	928	7892	
256	1380	4805	
SOMMA	1380	13333	
imed		1.1%	
Curva ipsografica		CURVA IPSOGRAFICA	
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)		
0.00	280		
0.27	270		
0.66	260		
0.78	256		
H med	267	209	

TABELLA 12-2
FOSSO RURA - SEZ. RU2
TEMPO DI CORRIVAZIONE

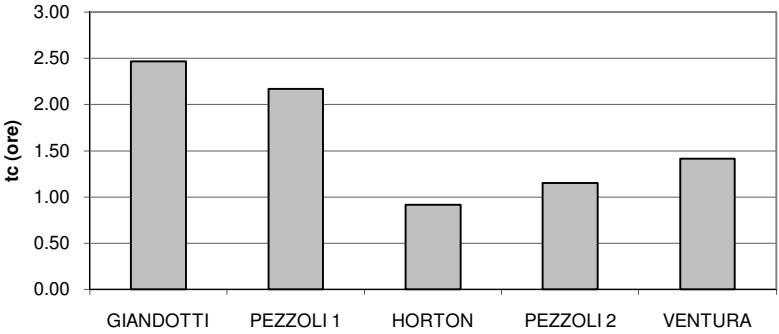
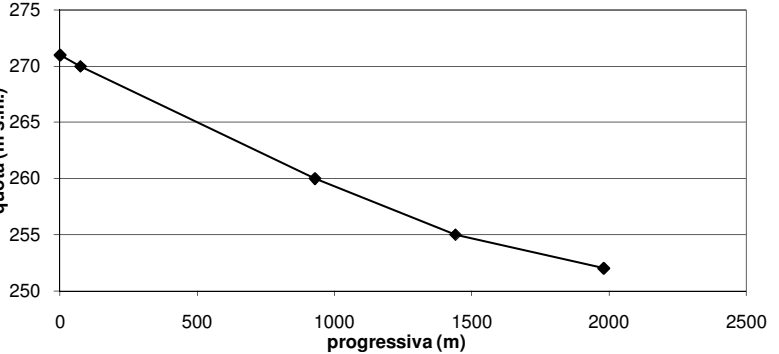
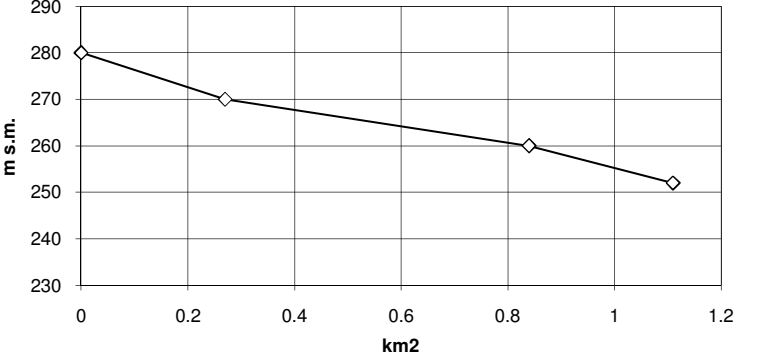
BACINO		Fosso Rura - immissione fognatura zona Nord (Sez. RU2)		
AREA (km ²)	1.11	METODO	tc (ore)	
Hm (msm)	265	1 GIANDOTTI	2.47	
Hsez (msm)	252	2 PEZZOLI 1	2.17	
		3 HORTON	0.92	
L asta (km)	1.98	4 PEZZOLI 2	1.15	
		5 VENTURA	1.42	
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.62	
i asta (%)	0.9	➔ VALORE SCELTO	2.2	ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE		
				
PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA				
				
CURVA IPSOGRAFICA				
				
Pendenza media asta				
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5		
271	0			
270	74	637		
260	928	7892		
255	1440	5181		
252	1980	7245		
SOMMA		1980	20955	
imed		0.9%		
Curva ipsografica				
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale		
0.00	280	0		
0.27	270	74		
0.84	260	151		
1.11	252	69		
H med		265	294	

TABELLA 12-3
FOSSO RURA - SEZ. RU3
TEMPO DI CORRIVAZIONE

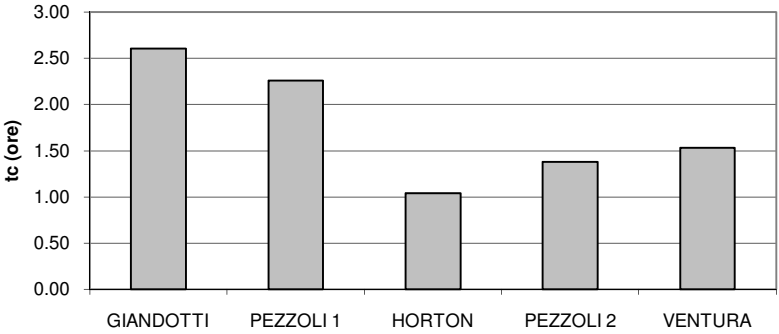
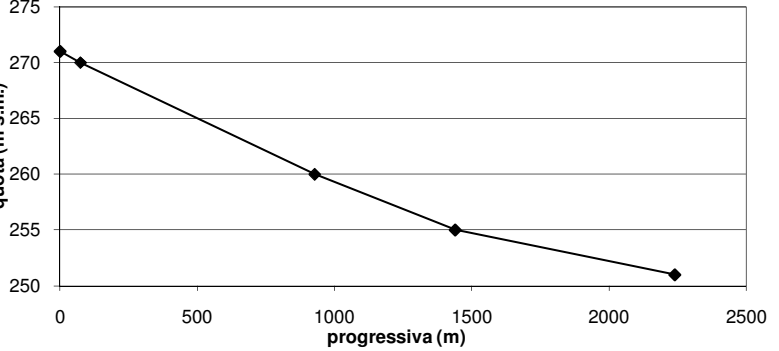
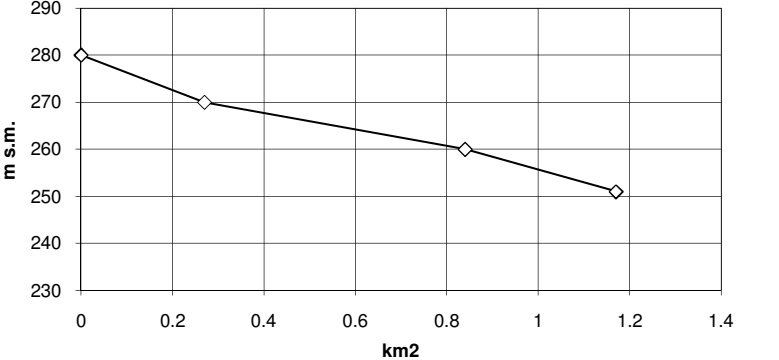
BACINO		Fosso Rura - inizio tratto tombato in via d'Ovia (Sez. RU3)	
AREA (km ²)	1.17	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	265	1 GIANDOTTI	2.60
Hsez (msm)	251	2 PEZZOLI 1	2.26
		3 HORTON	1.04
L asta (km)	2.24	4 PEZZOLI 2	1.38
		5 VENTURA	1.53
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.76
i asta (%)	0.8	➔ VALORE SCELTO	2.3 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9	CURVA IPSOGRAFICA	
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
271	0		
270	74	637	
260	928	7892	
255	1440	5181	
251	2240	11314	
SOMMA	2240	25023	
imed		0.8%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	280	0	
0.27	270	74	
0.84	260	151	
1.17	251	84	
H med	265	310	

TABELLA 12-4
FOSSO RURA - SEZ. RU4A
TEMPO DI CORRIVAZIONE

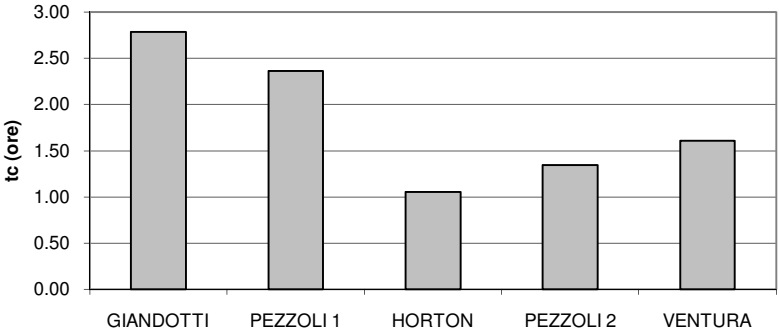
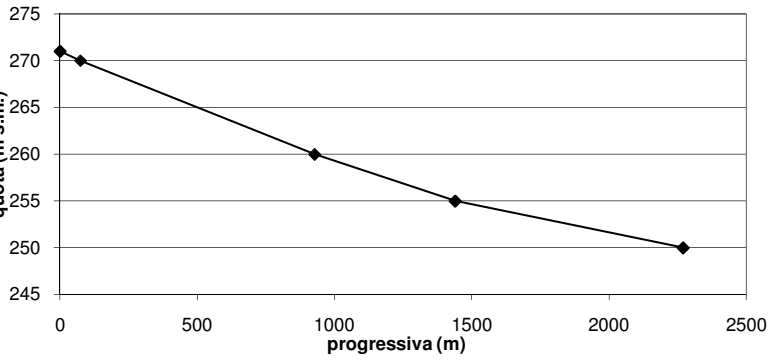
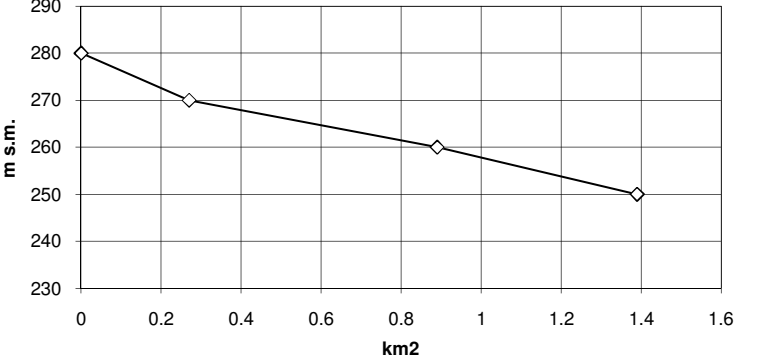
BACINO		Fosso Rura - scaricatore di via d'Ovia a valle immissione fognatura zona Centro Nord (CN) (Sez. RU4A)																													
AREA (km ²)	1.39	METODO	tc (ore)																												
Hm (msm)	263	1 GIANDOTTI	2.78																												
Hsez (msm)	250	2 PEZZOLI 1	2.36																												
		3 HORTON	1.05																												
L asta (km)	2.27	4 PEZZOLI 2	1.34																												
		5 VENTURA	1.61																												
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.83																												
i asta (%)	0.9	➔	VALORE SCELTO	2.4 ore																											
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE																													
(*)																															
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA																													
1-2	0.6																														
2-4	0.9	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Pendenza media asta</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>quota (m s.m.)</th> <th>progr (m)</th> <th>L/(if)^0.5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>271</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>270</td> <td>74</td> <td>637</td> </tr> <tr> <td>260</td> <td>928</td> <td>7892</td> </tr> <tr> <td>255</td> <td>1440</td> <td>5181</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>2271</td> <td>10713</td> </tr> <tr> <td>SOMMA</td> <td>2271</td> <td>24423</td> </tr> <tr> <td>imed</td> <td></td> <td>0.9%</td> </tr> </tbody> </table>			Pendenza media asta			quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	271	0		270	74	637	260	928	7892	255	1440	5181	250	2271	10713	SOMMA	2271	24423	imed		0.9%
Pendenza media asta																															
quota (m s.m.)	progr (m)				L/(if)^0.5																										
271	0																														
270	74				637																										
260	928	7892																													
255	1440	5181																													
250	2271	10713																													
SOMMA	2271	24423																													
imed		0.9%																													
4-6	1.2																														
6-10	1.5																														
		CURVA IPSOGRAFICA																													
																															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Curva ipsografica</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>Area sott. (km²)</th> <th>Quota (m s.m.)</th> <th>Integrale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>280</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0.27</td> <td>270</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>0.89</td> <td>260</td> <td>164</td> </tr> <tr> <td>1.39</td> <td>250</td> <td>128</td> </tr> </tbody> </table>			Curva ipsografica			Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	0.00	280	0	0.27	270	74	0.89	260	164	1.39	250	128									
Curva ipsografica																															
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale																													
0.00	280	0																													
0.27	270	74																													
0.89	260	164																													
1.39	250	128																													
H med	263	366																													

TABELLA 12-5
FOSSO RURA - SEZ. RU5A
TEMPO DI CORRIVAZIONE

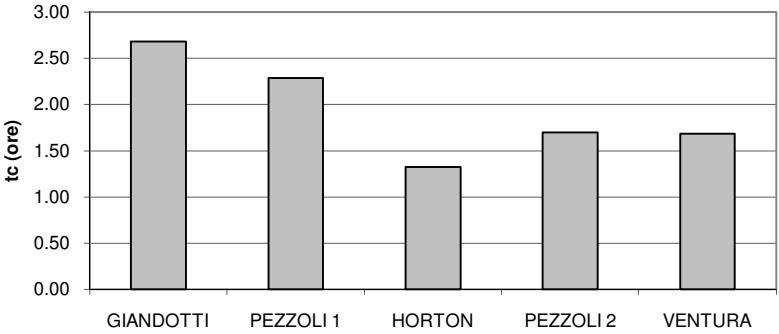
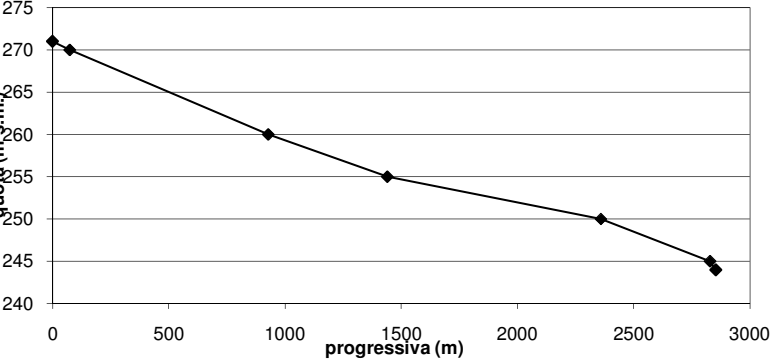
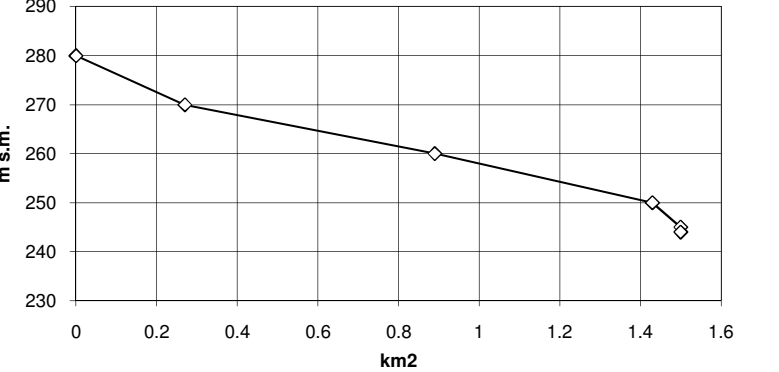
BACINO		Fosso Rura - scaricatore lungo via d'Ovia - attraversamento circonvall. - S.P. Cambiano - Chieri - (Sez)																																			
AREA (km ²)	1.50	METODO	tc (ore)																																		
Hm (msm)	262	1 GIANDOTTI	2.68																																		
Hsez (msm)	244	2 PEZZOLI 1	2.28																																		
		3 HORTON	1.32																																		
L asta (km)	2.85	4 PEZZOLI 2	1.70																																		
		5 VENTURA	1.68																																		
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.93																																		
i asta (%)	0.9	➔	VALORE SCELTO	2.4 ore																																	
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE																																			
(*)																																					
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA																																			
1-2	0.6																																				
2-4	0.9	CURVA IPSOGRAFICA																																			
4-6	1.2																																				
6-10	1.5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: left;">Pendenza media asta</th> </tr> <tr> <th>quota (m s.m.)</th> <th>progr (m)</th> <th>L/(if)^0.5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>271</td><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>270</td><td>74</td><td>637</td></tr> <tr><td>260</td><td>928</td><td>7892</td></tr> <tr><td>255</td><td>1440</td><td>5181</td></tr> <tr><td>250</td><td>2359</td><td>12459</td></tr> <tr><td>245</td><td>2828</td><td>4542</td></tr> <tr><td>244</td><td>2853</td><td>125</td></tr> <tr><td>SOMMA</td><td>2853</td><td>30836</td></tr> <tr><td>imed</td><td></td><td>0.9%</td></tr> </tbody> </table>			Pendenza media asta			quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	271	0		270	74	637	260	928	7892	255	1440	5181	250	2359	12459	245	2828	4542	244	2853	125	SOMMA	2853	30836	imed		0.9%
Pendenza media asta																																					
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5																																			
271	0																																				
270	74	637																																			
260	928	7892																																			
255	1440	5181																																			
250	2359	12459																																			
245	2828	4542																																			
244	2853	125																																			
SOMMA	2853	30836																																			
imed		0.9%																																			
Curva ipsografica		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Area sott. (km²)</th> <th>Quota (m s.m.)</th> <th>Integrale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>280</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.27</td><td>270</td><td>74</td></tr> <tr><td>0.89</td><td>260</td><td>164</td></tr> <tr><td>1.43</td><td>250</td><td>138</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>245</td><td>17</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>244</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>			Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	0.00	280	0	0.27	270	74	0.89	260	164	1.43	250	138	1.50	245	17	1.50	244	0												
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale																																			
0.00	280	0																																			
0.27	270	74																																			
0.89	260	164																																			
1.43	250	138																																			
1.50	245	17																																			
1.50	244	0																																			
H med	262	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>H med</th> <th>Area</th> <th>Integrale</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>262</td><td>1.50</td><td>394</td></tr> </tbody> </table>			H med	Area	Integrale	262	1.50	394																											
H med	Area	Integrale																																			
262	1.50	394																																			

TABELLA 12-6
FOSSO RURA - SEZ. RU6
TEMPO DI CORRIVAZIONE

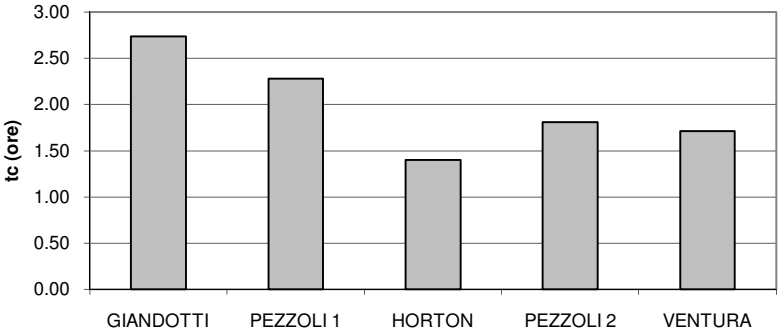
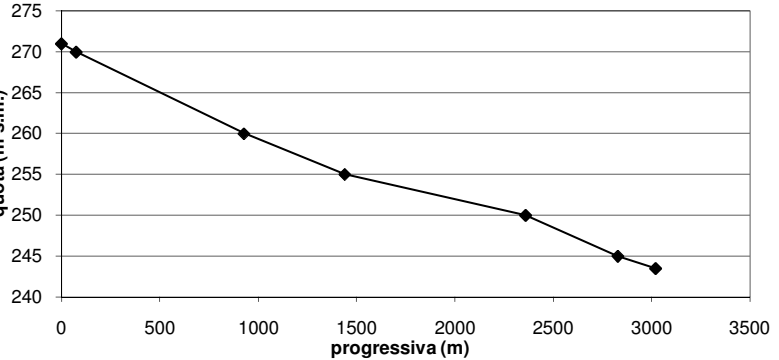
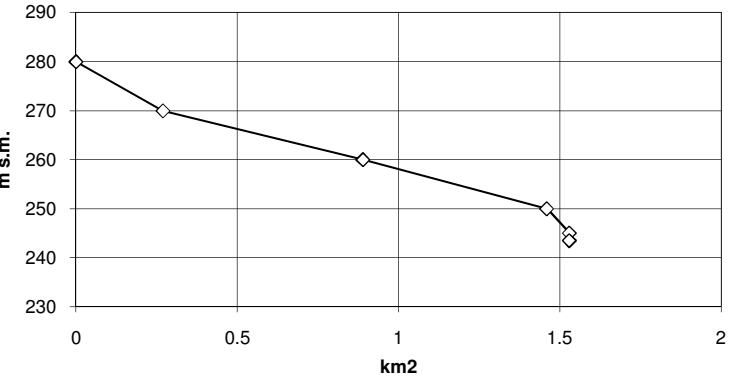
BACINO		Fosso Rura - tombino strada Mosetti - (Sez. RU6)	
AREA (km ²)	1.53	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	262	1 GIANDOTTI	2.74
Hsez (msm)	243.5	2 PEZZOLI 1	2.28
		3 HORTON	1.40
L asta (km)	3.02	4 PEZZOLI 2	1.81
		5 VENTURA	1.71
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.99
i asta (%)	0.8	➔ VALORE SCELTO	2.4 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta		CURVA IPSOGRAFICA	
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
271	0		
270	74	637	
260	928	7892	
255	1440	5181	
250	2359	12459	
245	2828	4542	
243.5	3020	2172	
SOMMA	3020	32883	
imed		0.8%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	280	0	
0.27	270	74	
0.89	260	164	
1.46	250	145	
1.53	245	17	
1.53	243.5	0	
H med	262	401	

TABELLA 12-7
FOSSO RURA - SEZ. RU7
TEMPO DI CORRIVAZIONE

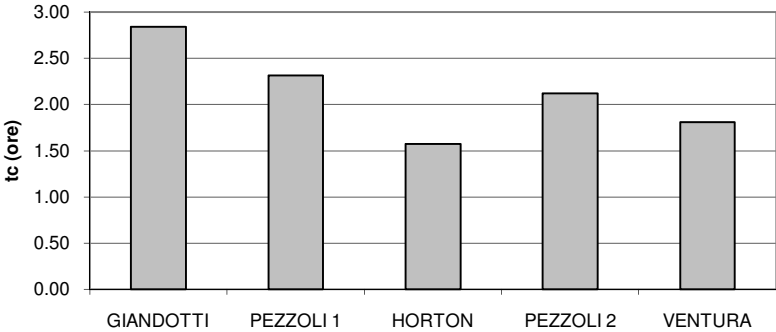
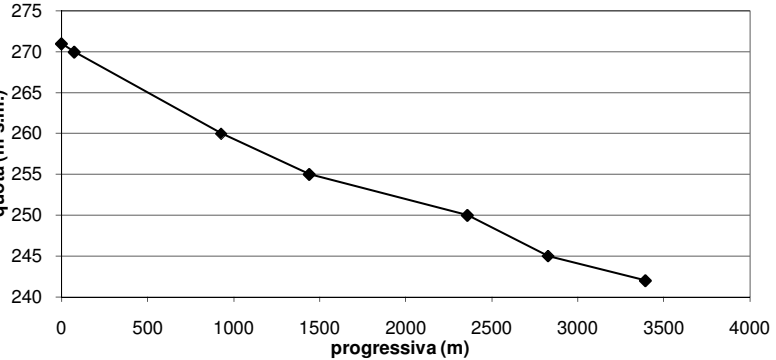
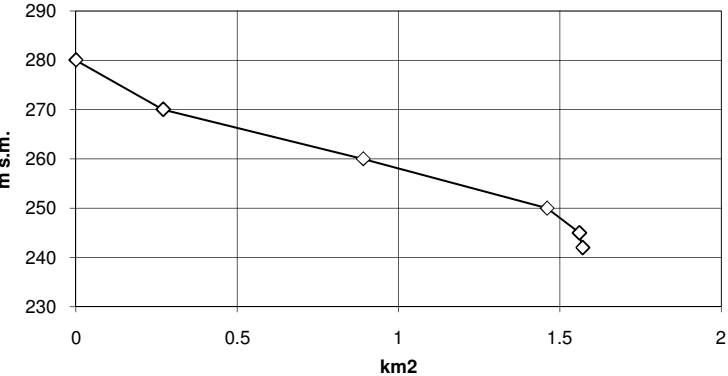
BACINO		Fosso Rura - tombino ferrovia (confluenza nel rio Tepice) - (Sez. RU7)	
AREA (km ²)	1.57	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	262	1 GIANDOTTI	2.84
Hsez (msm)	242	2 PEZZOLI 1	2.31
		3 HORTON	1.57
L asta (km)	3.39	4 PEZZOLI 2	2.12
		5 VENTURA	1.80
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	2.13
i asta (%)	0.8	➔ VALORE SCELTO	2.4 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
271	0		
270	74	637	
260	928	7892	
255	1440	5181	
250	2359	12459	
245	2828	4542	
242	3394	7774	
SOMMA	3394	38485	
imed		0.8%	
Curva ipsografica		CURVA IPSOGRAFICA	
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)		
0.00	280		
0.27	270		
0.89	260		
1.46	250		
1.56	245		
1.57	242		
H med	262	411	

TABELLA 12-8
FOSSO RURA - SEZ. RU4B
TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO		Fosso Rura - tratto pensile - tombino sotto circonvall. S.P. Cambiano - Chieri (Sez. RU4B)		
AREA (km ²)	0.03	METODO	tc (ore)	
Hm (msm)	250	1 GIANDOTTI	0.79	
Hsez (msm)	247	2 PEZZOLI 1	0.52	
		3 HORTON	0.12	
L asta (km)	0.25	4 PEZZOLI 2	0.11	
		5 VENTURA	0.17	
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	0.34	
i asta (%)	1.7	➔	VALORE SCELTO	0.5 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE		
PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA				
CURVA IPSOGRAFICA				
Pendenza media asta				
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5		
251.2	0			
247	250	1929		
SOMMA	250	1929		
imed		1.7%		
Curva ipsografica				
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale		
0.00	251	0		
0.02	250	5		
0.03	247	2		
H med	250	7		

TABELLA 13-1
RIO TEMO - SEZ. TM1
TEMPO DI CORRIVAZIONE

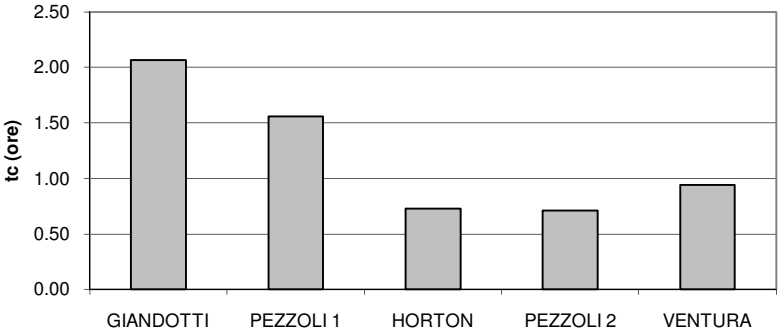
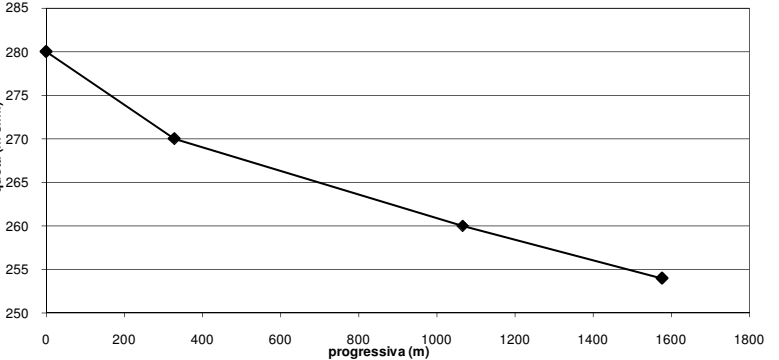
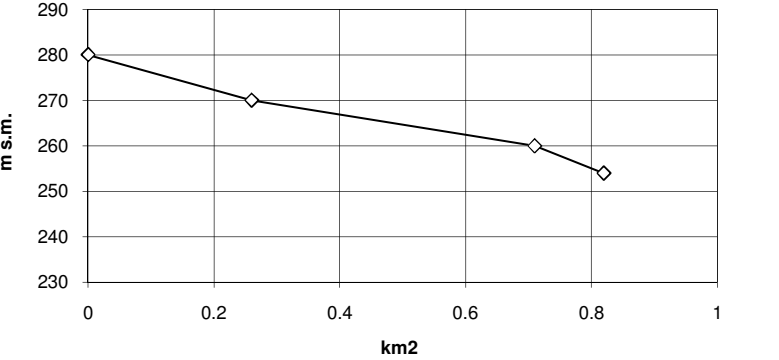
BACINO		Rio Temo - inizio tratto intubato - attraversamento via Martiri - (Sez. TM1)	
AREA (km ²)	0.82	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	267	1 GIANDOTTI	2.07
Hsez (msm)	254	2 PEZZOLI 1	1.56
		3 HORTON	0.73
L asta (km)	1.58	4 PEZZOLI 2	0.71
		5 VENTURA	0.94
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.20
i asta (%)	1.5	➔ VALORE SCELTO	1.5 ore
c Strickler	25	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta		CURVA IPSOGRAFICA	
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
280	0		
270	328	1878	
260	1066	6340	
254	1576	4702	
SOMMA		1576	12920
imed		1.5%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	280	0	
0.26	270	72	
0.71	260	119	
0.82	254	28	
H med	267	219	

TABELLA 13-2
RIO TEMO - SEZ. TM2
TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO		Rio Temo - tratto intubato - attraversamento via Cavalieri - (Sez. TM2)	
AREA (km ²)	1.18	METODO	tc
Hm (msm)	265	1 GIANDOTTI	2.37
Hsez (msm)	250.6	2 PEZZOLI 1	1.51
L asta (km)	1.90	3 HORTON	0.88
v (*) (m/s)	0.60	4 PEZZOLI 2	0.88
i asta (%)	1.4	5 VENTURA	1.17
c Strickler	30	MEDIA	1.36
		➔ VALORE SCELTO	1.5 ore
TEMPO DI CORRIVAZIONE			
PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA			
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
280	0		
270	328	1878	
260	1066	6340	
250.6	1895	7785	
SOMMA	1895	16004	
imed		1.4%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	280	0	
0.30	270	83	
0.86	260	148	
1.18	250.6	82	
H med	265	313	
CURVA IPSOGRAFICA			

TABELLA 13-3
RIO TEMO - SEZ. TM3
TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO		Rio Temo - tombino sotto S.S. 29 - (Sez. TM3)															
AREA (km ²)	1.49	METODO	tc (ore)														
Hm (msm)	262	1 GIANDOTTI	2.48														
Hsez (msm)	243.9	2 PEZZOLI 1	1.60														
L asta (km)	2.34	3 HORTON	1.08														
v (*)(m/s)	0.60	4 PEZZOLI 2	1.10														
i asta (%)	1.4	5 VENTURA	1.32														
c Strickler	30	MEDIA	1.52														
		➔ VALORE SCELTO	1.6 ore														
TEMPO DI CORRIVAZIONE																	
<table border="1" style="display: none;"> <caption>Data for TEMPO DI CORRIVAZIONE</caption> <thead> <tr><th>Metodo</th><th>tc (ore)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>GIANDOTTI</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>PEZZOLI 1</td><td>1.60</td></tr> <tr><td>HORTON</td><td>1.08</td></tr> <tr><td>PEZZOLI 2</td><td>1.10</td></tr> <tr><td>VENTURA</td><td>1.32</td></tr> </tbody> </table>				Metodo	tc (ore)	GIANDOTTI	2.48	PEZZOLI 1	1.60	HORTON	1.08	PEZZOLI 2	1.10	VENTURA	1.32		
Metodo	tc (ore)																
GIANDOTTI	2.48																
PEZZOLI 1	1.60																
HORTON	1.08																
PEZZOLI 2	1.10																
VENTURA	1.32																
PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA																	
<table border="1" style="display: none;"> <caption>Data for PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA</caption> <thead> <tr><th>progressiva (m)</th><th>quota (m s.m.)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>280</td></tr> <tr><td>328</td><td>270</td></tr> <tr><td>1066</td><td>260</td></tr> <tr><td>2209</td><td>250</td></tr> <tr><td>2341</td><td>245</td></tr> <tr><td>2341</td><td>244</td></tr> </tbody> </table>				progressiva (m)	quota (m s.m.)	0	280	328	270	1066	260	2209	250	2341	245	2341	244
progressiva (m)	quota (m s.m.)																
0	280																
328	270																
1066	260																
2209	250																
2341	245																
2341	244																
Pendenza media asta																	
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5															
280	0																
270	328	1878															
260	1066	6340															
250	1983	8781															
245	2209	1519															
243.9	2341	1446															
SOMMA	2341	19965															
imed		1.4%															
Curva ipsografica																	
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale															
0.00	280	0															
0.30	270	83															
0.86	260	148															
1.32	250	117															
1.45	245	32															
1.49	243.9	10															
H med	262	390															
CURVA IPSOGRAFICA																	
<table border="1" style="display: none;"> <caption>Data for CURVA IPSOGRAFICA</caption> <thead> <tr><th>km2</th><th>m s.m.</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>280</td></tr> <tr><td>0.30</td><td>270</td></tr> <tr><td>0.86</td><td>260</td></tr> <tr><td>1.32</td><td>250</td></tr> <tr><td>1.45</td><td>245</td></tr> <tr><td>1.49</td><td>244</td></tr> </tbody> </table>				km2	m s.m.	0.00	280	0.30	270	0.86	260	1.32	250	1.45	245	1.49	244
km2	m s.m.																
0.00	280																
0.30	270																
0.86	260																
1.32	250																
1.45	245																
1.49	244																

TABELLA 13-4
RIO TEMO - SEZ. TM4
TEMPO DI CORRIVAZIONE

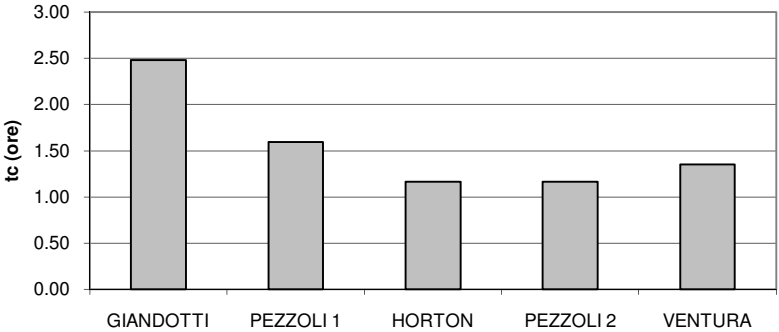
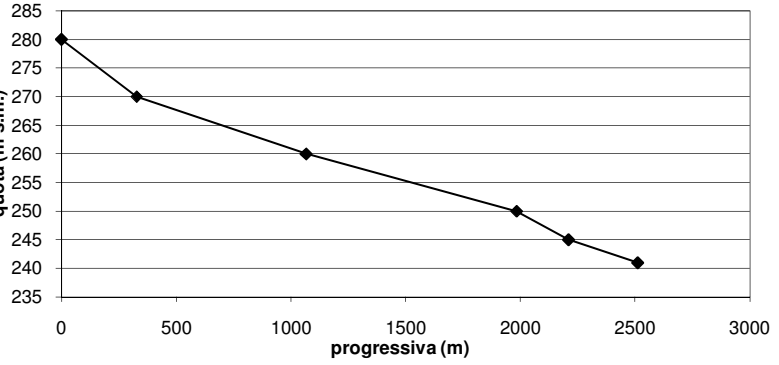
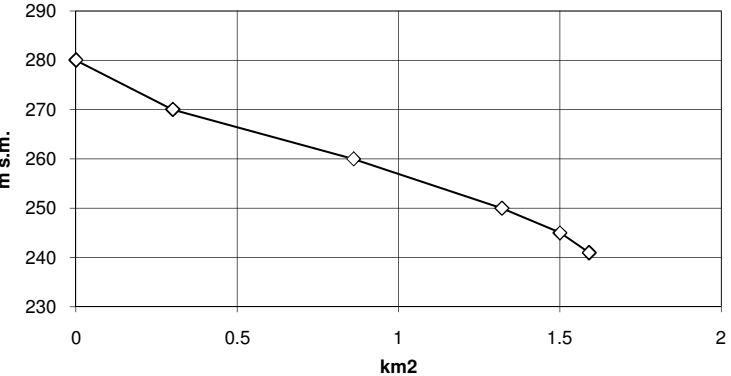
BACINO		Rio Temo - tombino sotto la ferrovia - (Sez. TM4)	
AREA (km ²)	1.59	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	261	1 GIANDOTTI	2.48
Hsez (msm)	241	2 PEZZOLI 1	1.59
		3 HORTON	1.16
L asta (km)	2.51	4 PEZZOLI 2	1.16
		5 VENTURA	1.35
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	1.55
i asta (%)	1.4	➔ VALORE SCELTO	1.6 ore
c Strickler	30	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta		CURVA IPSOGRAFICA	
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
280	0		
270	328	1878	
260	1066	6340	
250	1983	8781	
245	2209	1519	
241	2510	2611	
SOMMA	2510	21130	
imed		1.4%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	280	0	
0.30	270	83	
0.86	260	148	
1.32	250	117	
1.50	245	45	
1.59	241	22	
H med	261	415	

TABELLA 13-5
RIO TEMO - SEZ. TM2A
TEMPO DI CORRIVAZIONE

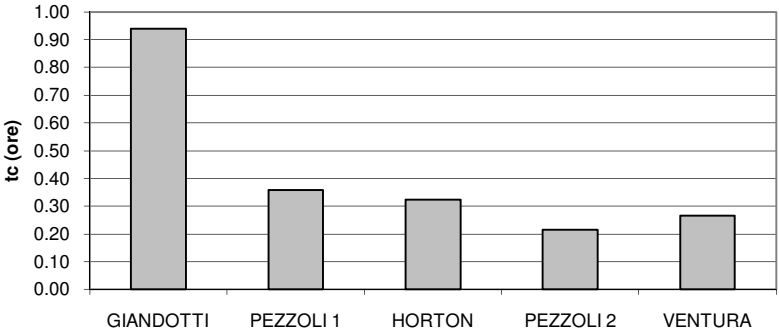
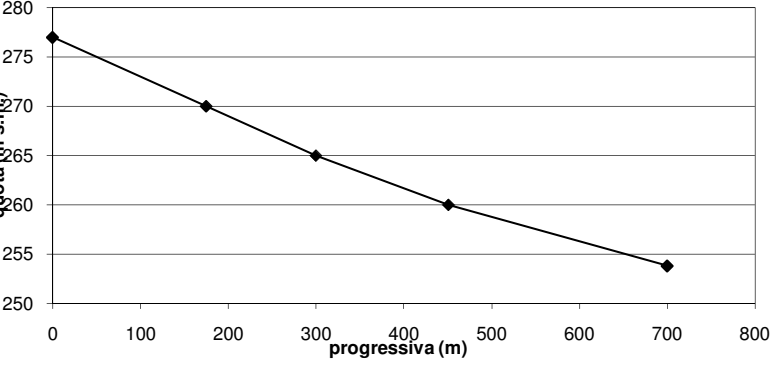
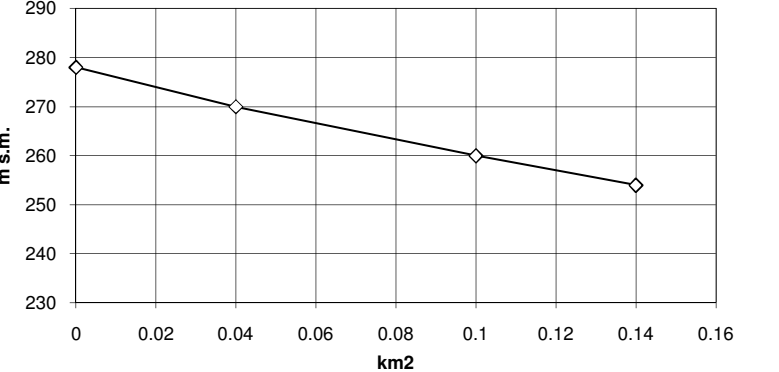
BACINO		Rio Temo - Bacino di via Borgna / incrocio via Cavalieri - (Sez. TM2A)	
AREA (km ²)	0.14	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	265	1 GIANDOTTI	0.94
Hsez (msm)	253.8	2 PEZZOLI 1	0.36
		3 HORTON	0.32
L asta (km)	0.70	4 PEZZOLI 2	0.21
		5 VENTURA	0.27
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	0.42
i asta (%)	3.2	➔ VALORE SCELTO	0.4 ore
c Strickler	40	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta		CURVA IPSOGRAFICA	
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
277	0		
270	175	875	
265	300	625	
260	451	830	
253.8	700	1578	
SOMMA	700	3908	
imed		3.2%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	278	0	
0.04	270	11	
0.10	260	16	
0.14	254	10	
H med	265	37	

TABELLA 14-1
BACINI URBANI - SEZ. CN
TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO		Bacino zona Centro - Nord; bivio di via d'Ovia (Sez. CN)	
AREA (km ²)	0.22	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	257	1 GIANDOTTI	1.28
Hsez (msm)	250	2 PEZZOLI 1	0.47
		3 HORTON	0.26
L asta (km)	0.55	4 PEZZOLI 2	0.21
		5 VENTURA	0.40
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	0.52
i asta (%)	2.2	VALORE SCELTO 0.5 ore	
c Strickler	50	TEMPO DI CORRIVAZIONE 	
(*)		PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA 	
i asta (%)	v (m/s)	CURVA IPSOGRAFICA 	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
266	0		
260	146	720	
250.5	461	1814	
250	551	1207	
SOMMA	551	3742	
imed		2.2%	
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	266	0	
0.05	260	13	
0.22	250.5	43	
H med	257	57	

TABELLA 14-2
BACINI URBANI - SEZ. CE
TEMPO DI CORRIVAZIONE

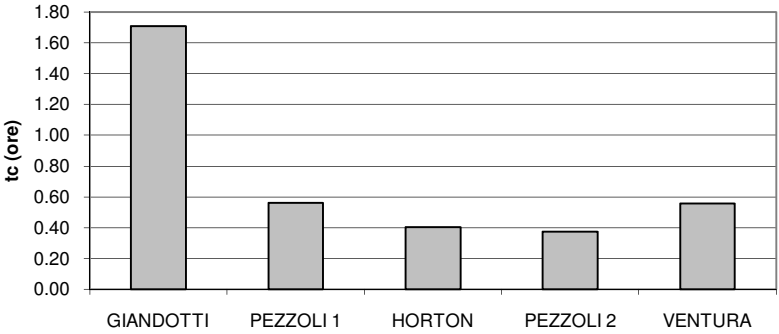
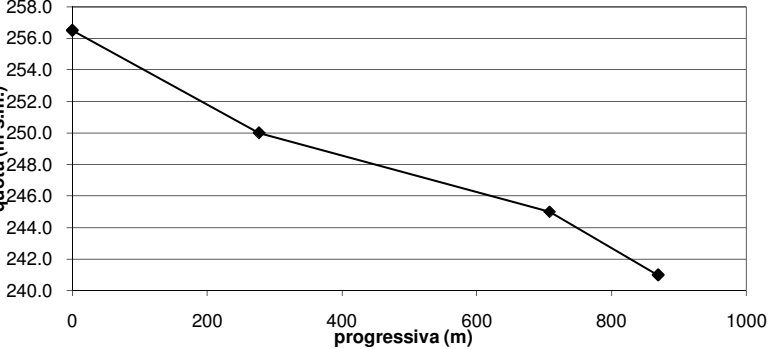
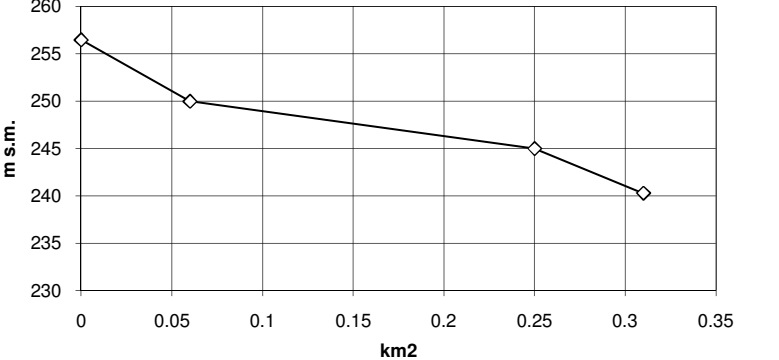
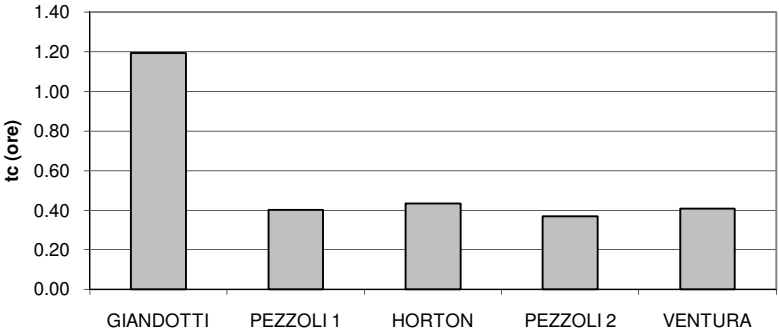
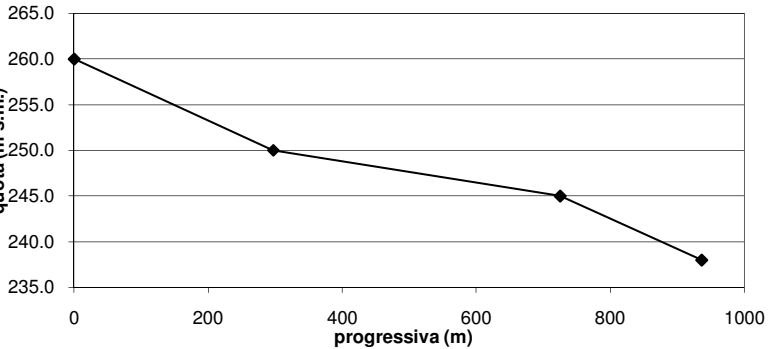
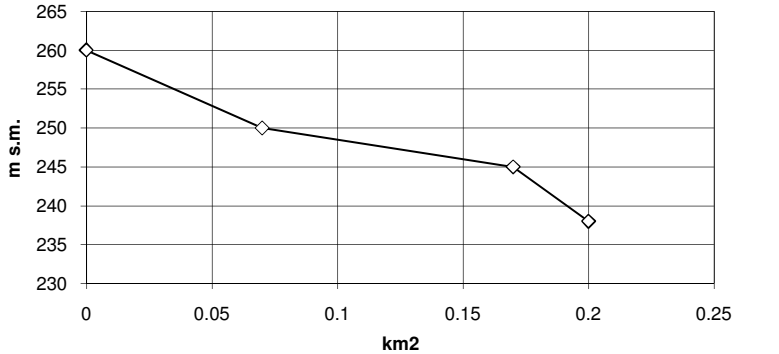
BACINO		Bacino zona Centro - Est; sottopasso della ferrovia in via Lame (Sez. CE)	
AREA (km ²)	0.31	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	248	1 GIANDOTTI	1.71
Hsez (msm)	241.0	2 PEZZOLI 1	0.56
		3 HORTON	0.40
L asta (km)	0.87	4 PEZZOLI 2	0.38
		5 VENTURA	0.56
v (*) (m/s)	0.60	MEDIA	0.72
i asta (%)	1.6	➔ VALORE SCELTO	0.6 ore
c Strickler	50	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9		
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
256.5	0	1808	
250.0	277	4002	
245.0	708	1021	
241.0	869		
SOMMA	869	6831	
imed		1.6%	
Curva ipsografica		CURVA IPSOGRAFICA	
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)		
0.00	256.5		
0.06	250		
0.25	245		
0.31	240.3		
H med	248	77	

TABELLA 14-3
BACINI URBANI - SEZ. CO
TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO		Bacino zona Centro - Ovest; tombino sotto la stazione (Sez. CO)	
AREA (km ²)	0.20	METODO	tc (ore)
Hm (msm)	249	1 GIANDOTTI	1.19
Hsez (msm)	238.0	2 PEZZOLI 1	0.40
		3 HORTON	0.43
L asta (km)	0.94	4 PEZZOLI 2	0.37
		5 VENTURA	0.41
v (*)(m/s)	0.60	MEDIA	0.56
i asta (%)	1.9	➔ VALORE SCELTO	0.4 ore
c Strickler	50	TEMPO DI CORRIVAZIONE	
(*)			
i asta (%)	v (m/s)	PROFILO SCHEMATICO DELL'ASTA	
1-2	0.6		
2-4	0.9	CURVA IPSOGRAFICA	
4-6	1.2		
6-10	1.5		
Pendenza media asta			
quota (m s.m.)	progr (m)	L/(if)^0.5	
260.0	0		
250.0	297	1619	
245.0	725	3960	
238.0	936	1158	
SOMMA		936	6737
imed			1.9%
Curva ipsografica			
Area sott. (km ²)	Quota (m s.m.)	Integrale	
0.00	260	0	
0.07	250	18	
0.17	245	25	
0.20	238	7	
H med	249	50	

Portate di piena al colmo

Nelle tabelle che seguono vengono calcolate le portate di piena al colmo ($Q_c - m^3/s$) dei vari bacini idrografici, in funzione parametri sotto indicati:

- Area del bacino ($S - km^2$)
- Tempo di corrivazione ($t_c - ore$)
- Coefficiente medio di deflusso ($k - adimensionale$)
- Parametri (a, n) della curva di massima probabilità pluviometrica in funzione del tempo di ritorno dell'evento di pioggia ($Tr - anni$)

Le altezze di pioggia ($h - mm$) calcolate in base alla curva di massima probabilità pluviometrica vengono ragguagliate ($hr - mm$) all'area del bacino (S), alla frequenza dell'evento ($F = Tr/(1+Tr)$) ed alla durata della pioggia ($t_p = t_c$) in base alla relazione empirica di Bixio e Monai (vedere relazione par. 3.2).

Elenco delle tabelle:

Tabb. 15.1 - 15.4	Rio Vajors
Tabb. 16 - 16.4	Rio Tepice a valle della confluenza del rio Vajors
Tab. 17	Rio Castelvecchio
Tab. 18	Rio Tepice a monte della confluenza del rio Vajors
Tab. 19	Rio S. Pietro
Tabb.20.1 - 20.8	Fosso Rura
Tabb. 21.1 - 21.5	Rio Temo
Tabb. 22.1 - 22.3	Bacini urbani (centro nord, centro est, centro ovest)

TABELLA 15.1
RIO VAJORS - SEZ. V1
PORTATA DI PIENA AL COLMO

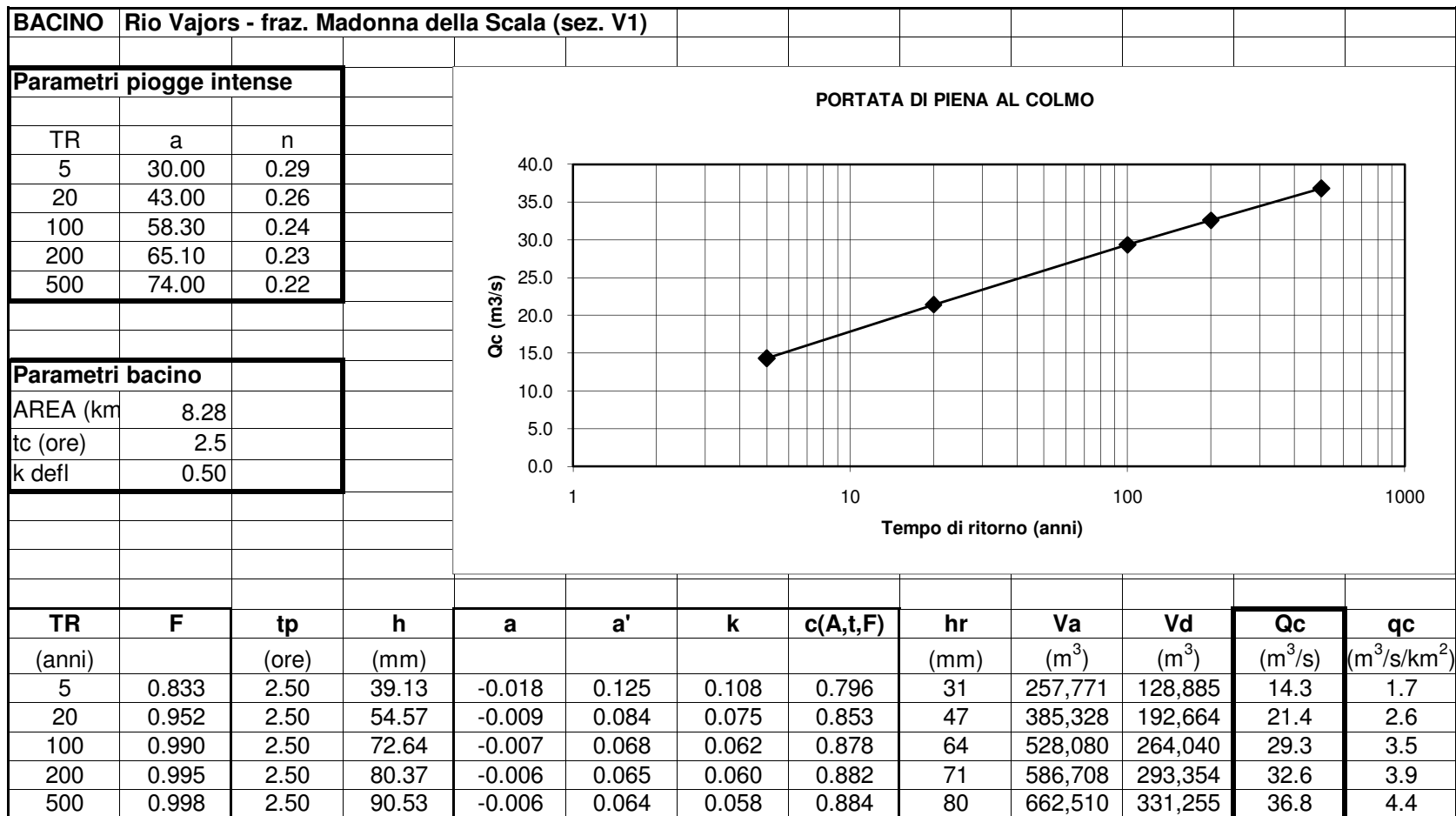


TABELLA 15.2
RIO VAJORS - SEZ. V2
PORTATA DI PIENA AL COLMO

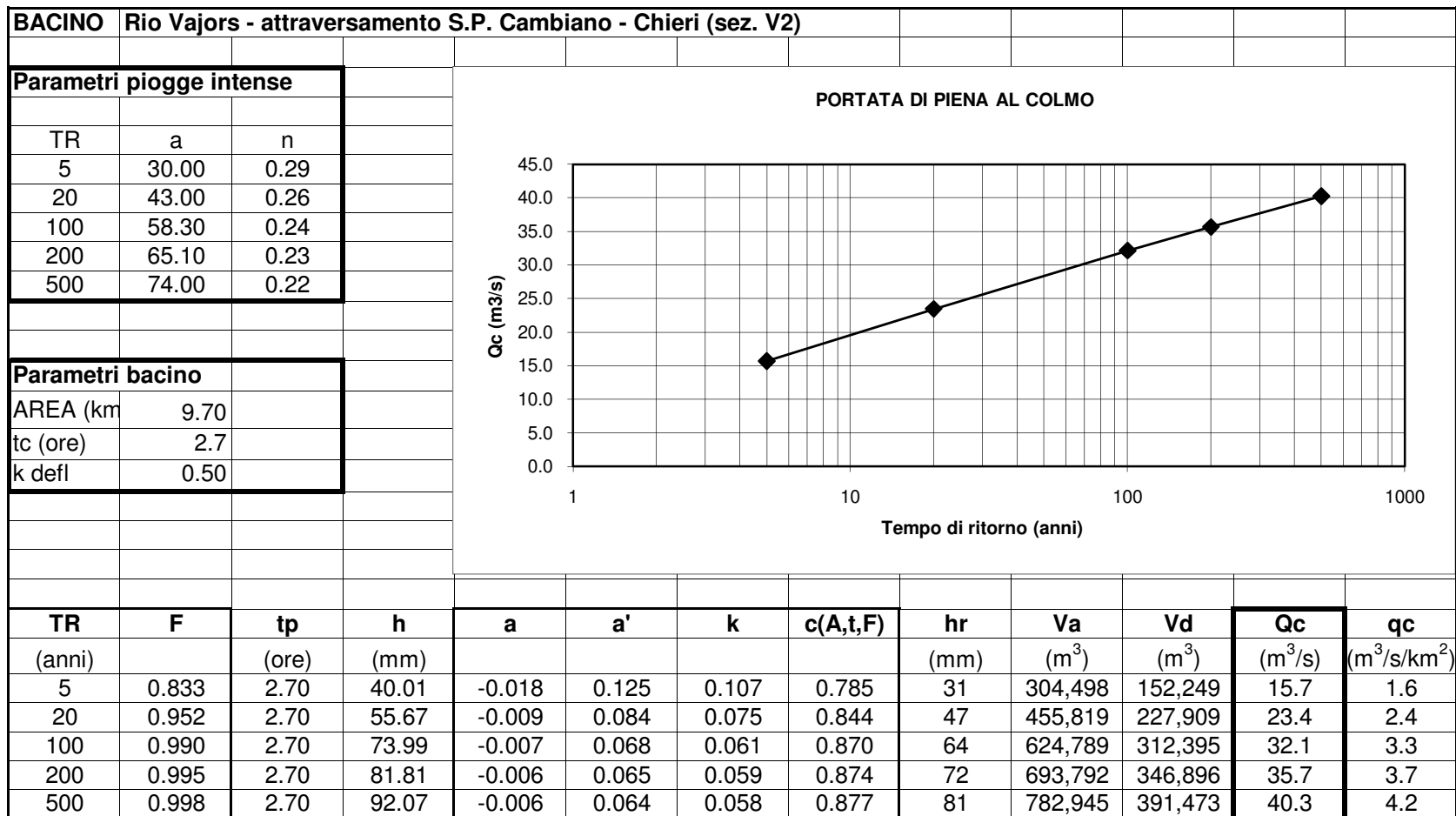


TABELLA 15.3
RIO VAJORS - SEZ. V3
PORTATA DI PIENA AL COLMO

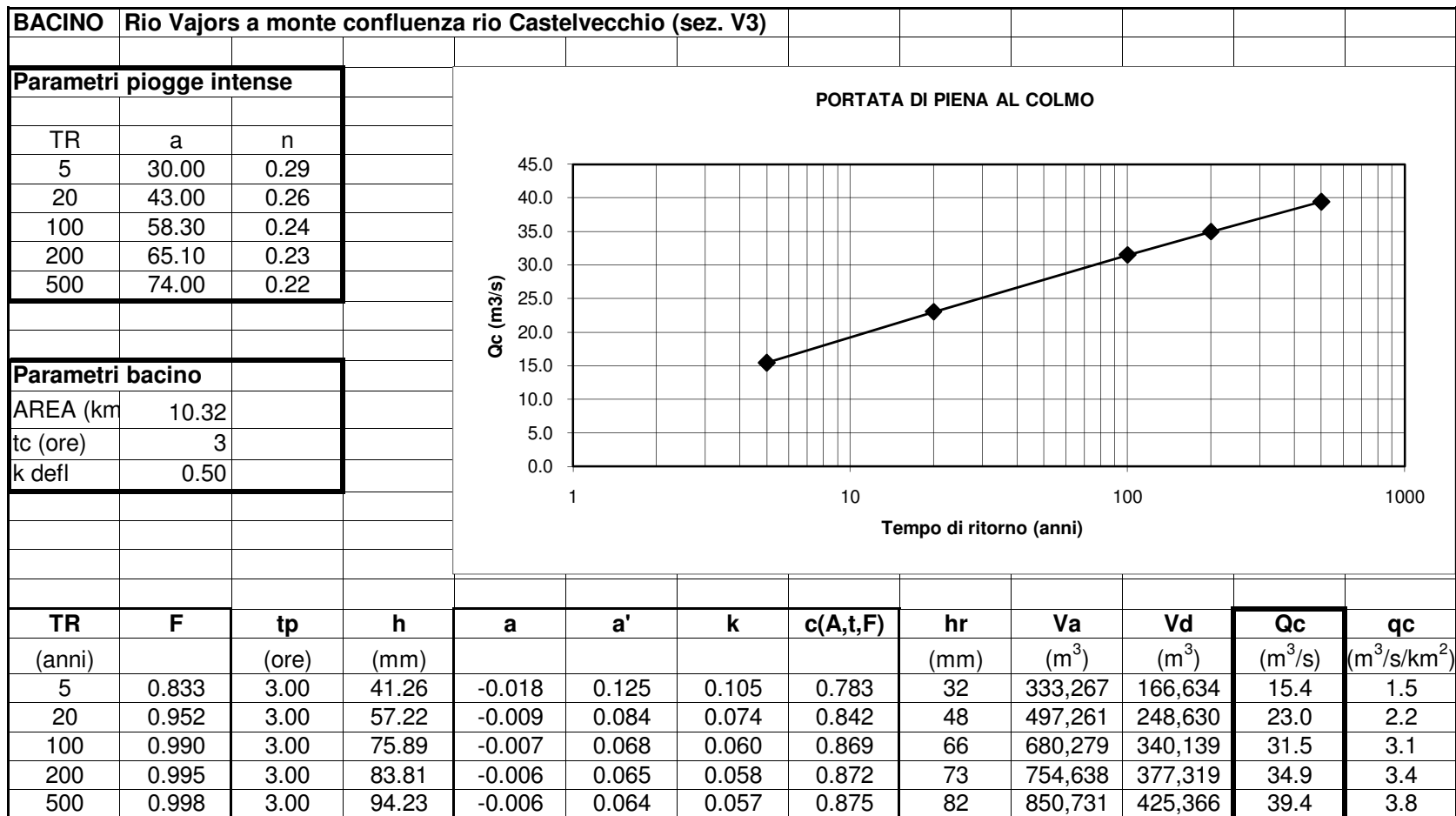


TABELLA 15.4
RIO VAJORS - SEZ. V4
PORTATA DI PIENA AL COLMO

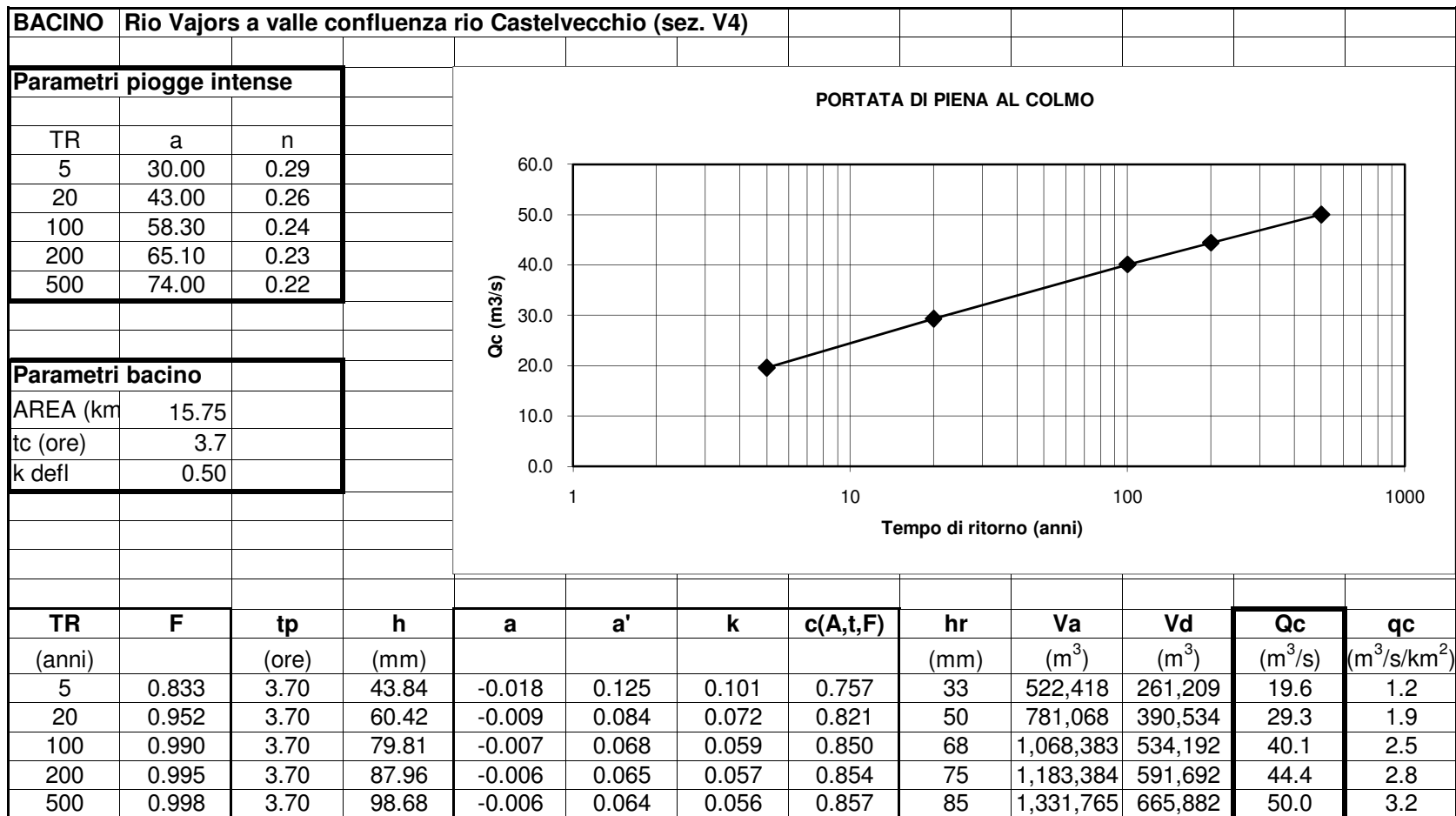


TABELLA 16.1
RIO TEPICE - SEZ. T1
PORTATA DI PIENA AL COLMO

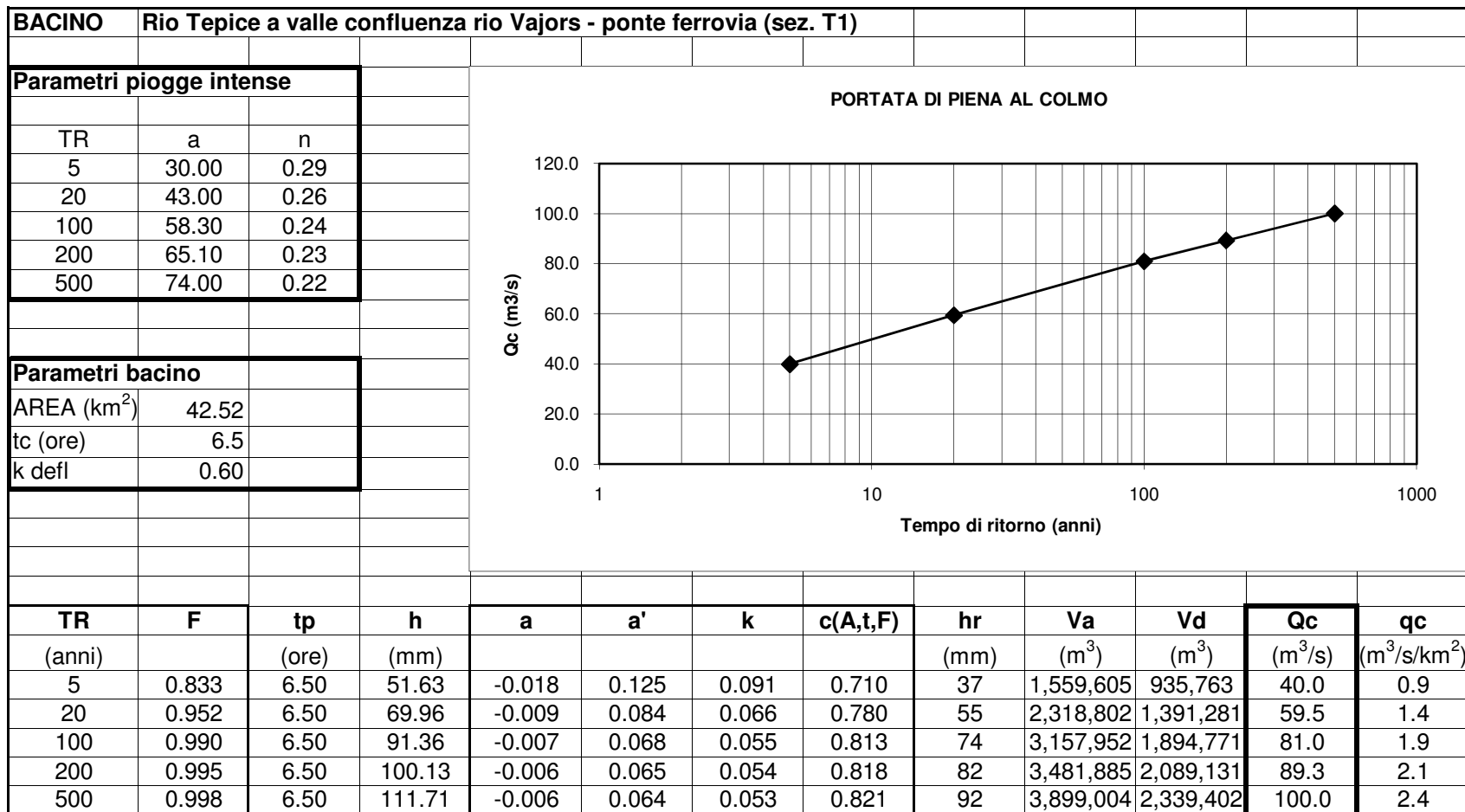


TABELLA 16.2
RIO TEPICE - SEZ. T2
PORTATA DI PIENA AL COLMO

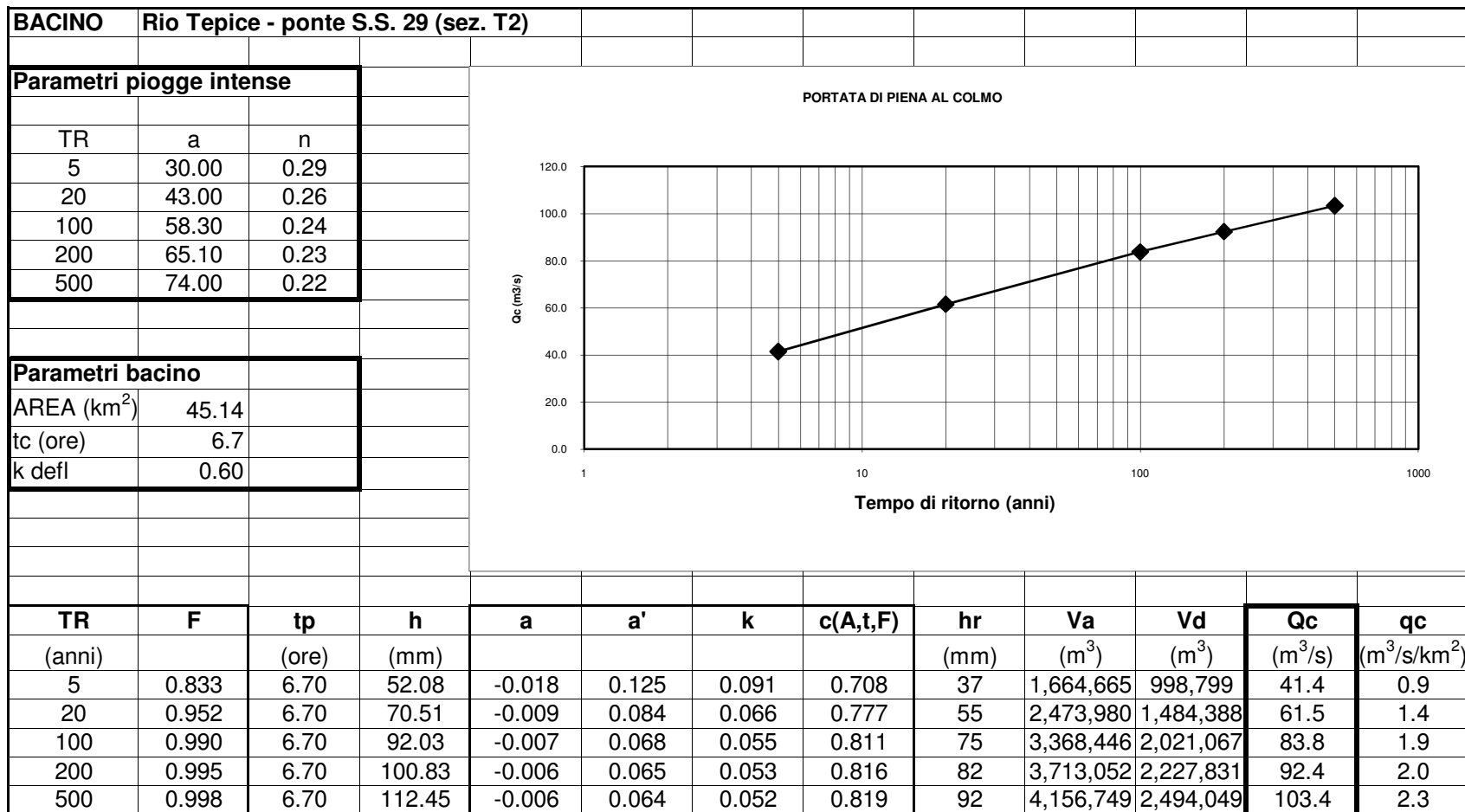


TABELLA 16.3
RIO TEPICE - SEZ. T3
PORTATA DI PIENA AL COLMO

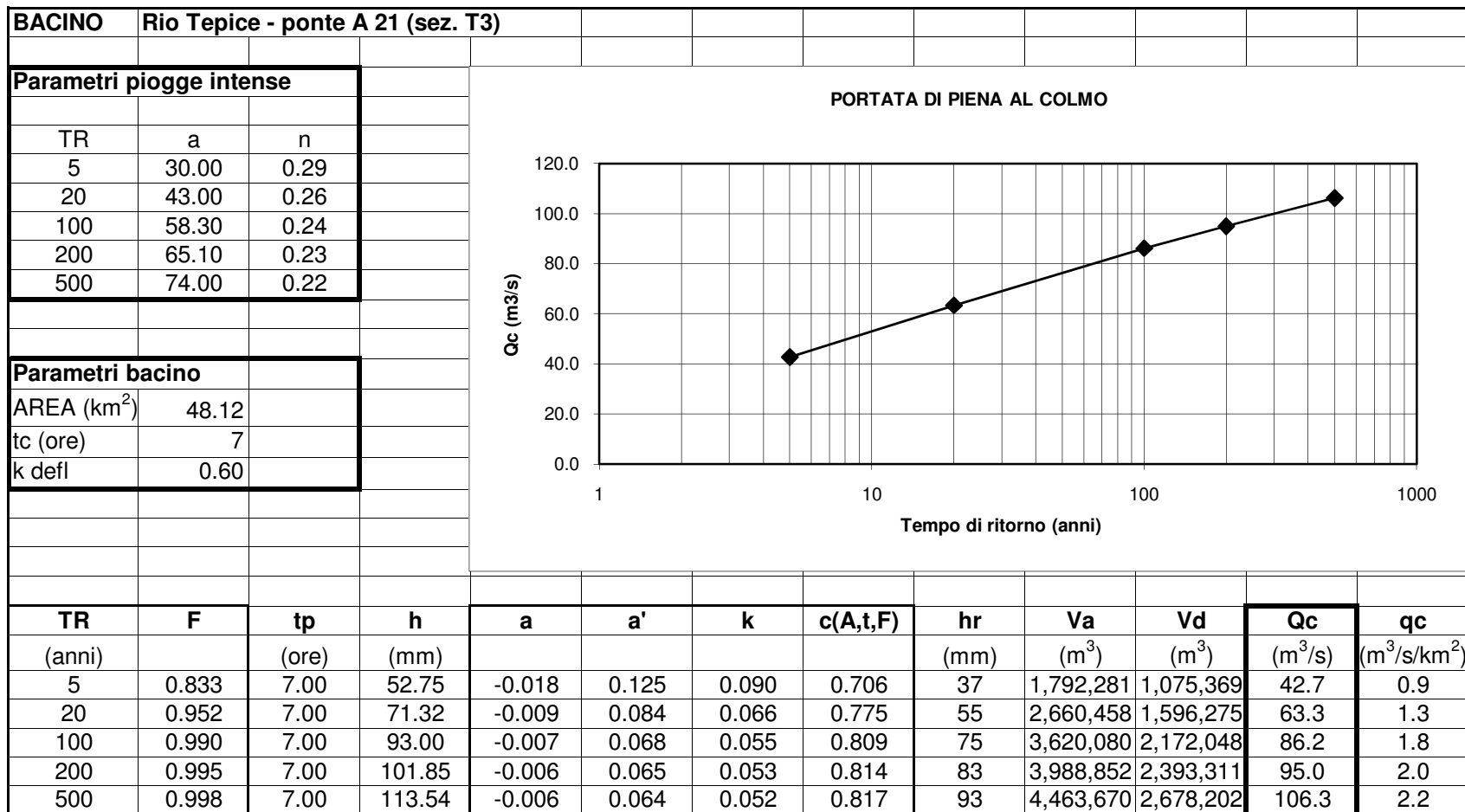


TABELLA 16.4
RIO TEPICE - SEZ. T4
PORTATA DI PIENA AL COLMO

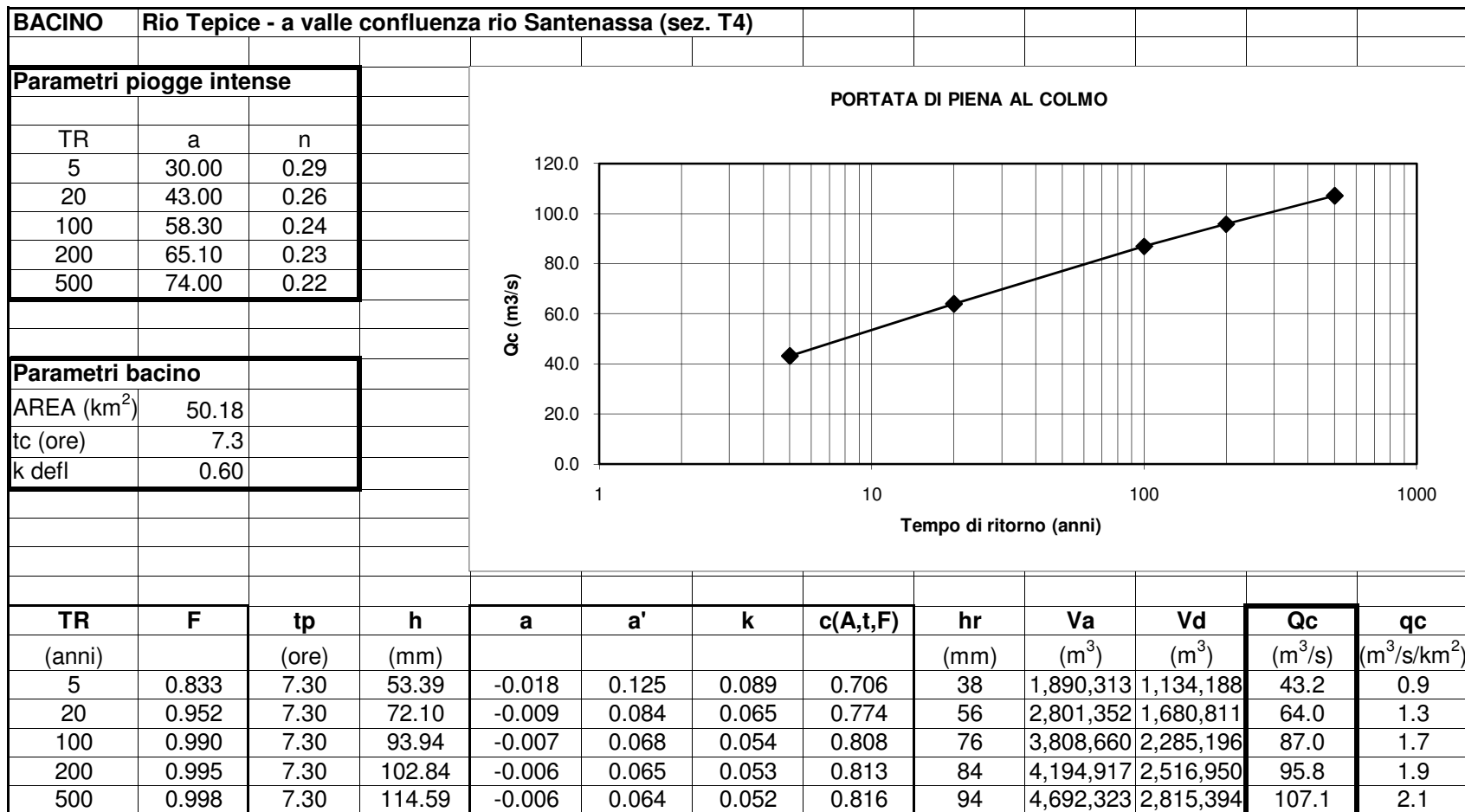


TABELLA 17
RIO CASTELVECCHIO - SEZ. C1
PORTATA DI PIENA AL COLMO

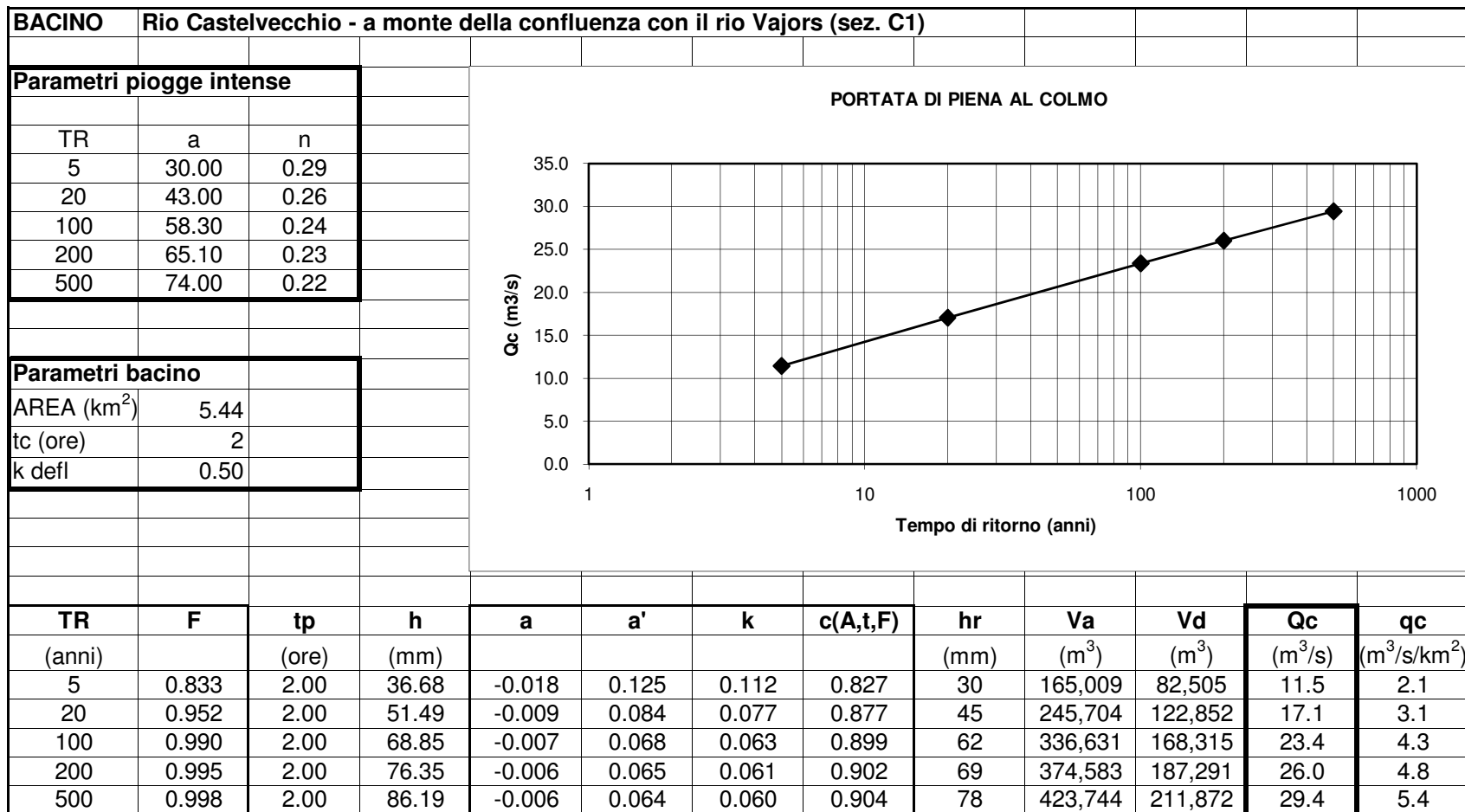


TABELLA 18
RIO TEPICE - SEZ. T1m
PORTATA DI PIENA AL COLMO

BACINO Rio Tepice - a monte della confluenza con il rio Vajors (sez. T1m)																								
Parametri piogge intense			<div style="text-align: center;">PORTATA DI PIENA AL COLMO</div> <table border="1" style="display: none; margin-top: 10px;"> <caption>Data points from the 'PORTATA DI PIENA AL COLMO' graph</caption> <thead> <tr> <th>Tempo di ritorno (anni)</th> <th>Qc (m³/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>30.4</td></tr> <tr><td>20</td><td>45.2</td></tr> <tr><td>100</td><td>61.6</td></tr> <tr><td>200</td><td>68.1</td></tr> <tr><td>500</td><td>76.4</td></tr> </tbody> </table>										Tempo di ritorno (anni)	Qc (m³/s)	5	30.4	20	45.2	100	61.6	200	68.1	500	76.4
Tempo di ritorno (anni)	Qc (m³/s)																							
5	30.4																							
20	45.2																							
100	61.6																							
200	68.1																							
500	76.4																							
TR	a	n																						
5	30.00	0.29																						
20	43.00	0.26																						
100	58.30	0.24																						
200	65.10	0.23																						
500	74.00	0.22																						
Parametri bacino																								
AREA (km ²)	26.76																							
tc (ore)	5.2																							
k defl	0.60																							
TR	F	tp	h	a	a'	k	c(A,t,F)	hr	Va	Vd	Qc	qc												
(anni)		(ore)	(mm)					(mm)	(m ³)	(m ³)	(m ³ /s)	(m ³ /s/km ²)												
5	0.833	5.20	48.39	-0.018	0.125	0.095	0.731	35	947,226	568,336	30.4	1.1												
20	0.952	5.20	66.01	-0.009	0.084	0.068	0.798	53	1,410,425	846,255	45.2	1.7												
100	0.990	5.20	86.60	-0.007	0.068	0.057	0.830	72	1,923,282	1,153,969	61.6	2.3												
200	0.995	5.20	95.12	-0.006	0.065	0.055	0.835	79	2,124,267	1,274,560	68.1	2.5												
500	0.998	5.20	106.35	-0.006	0.064	0.054	0.837	89	2,383,338	1,430,003	76.4	2.9												

TABELLA 19
RIO S. PIETRO - SEZ. S1
PORTATA DI PIENA AL COLMO

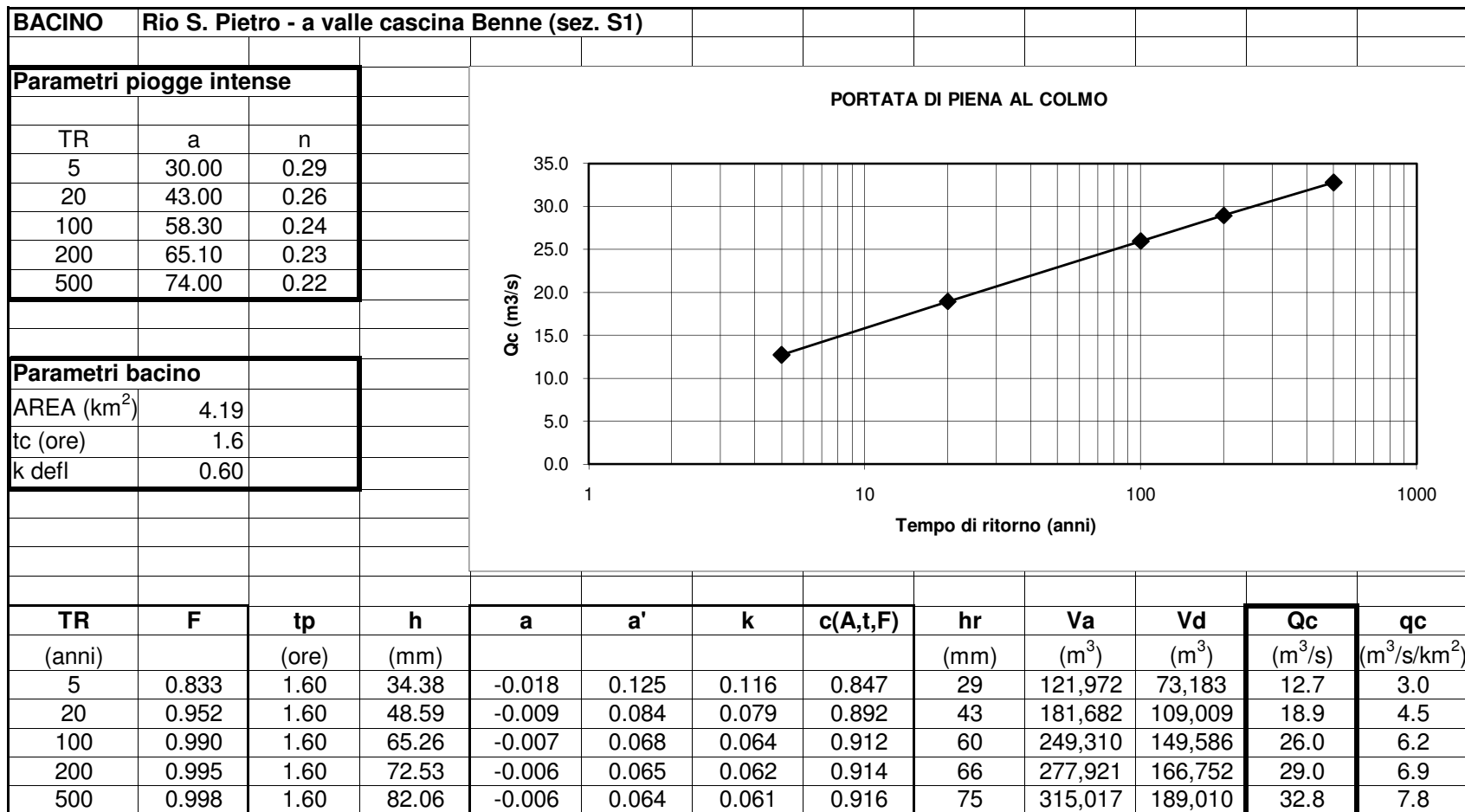


TABELLA 20-1
FOSSO RURA - SEZ. RU1
PORTATA DI PIENA AL COLMO

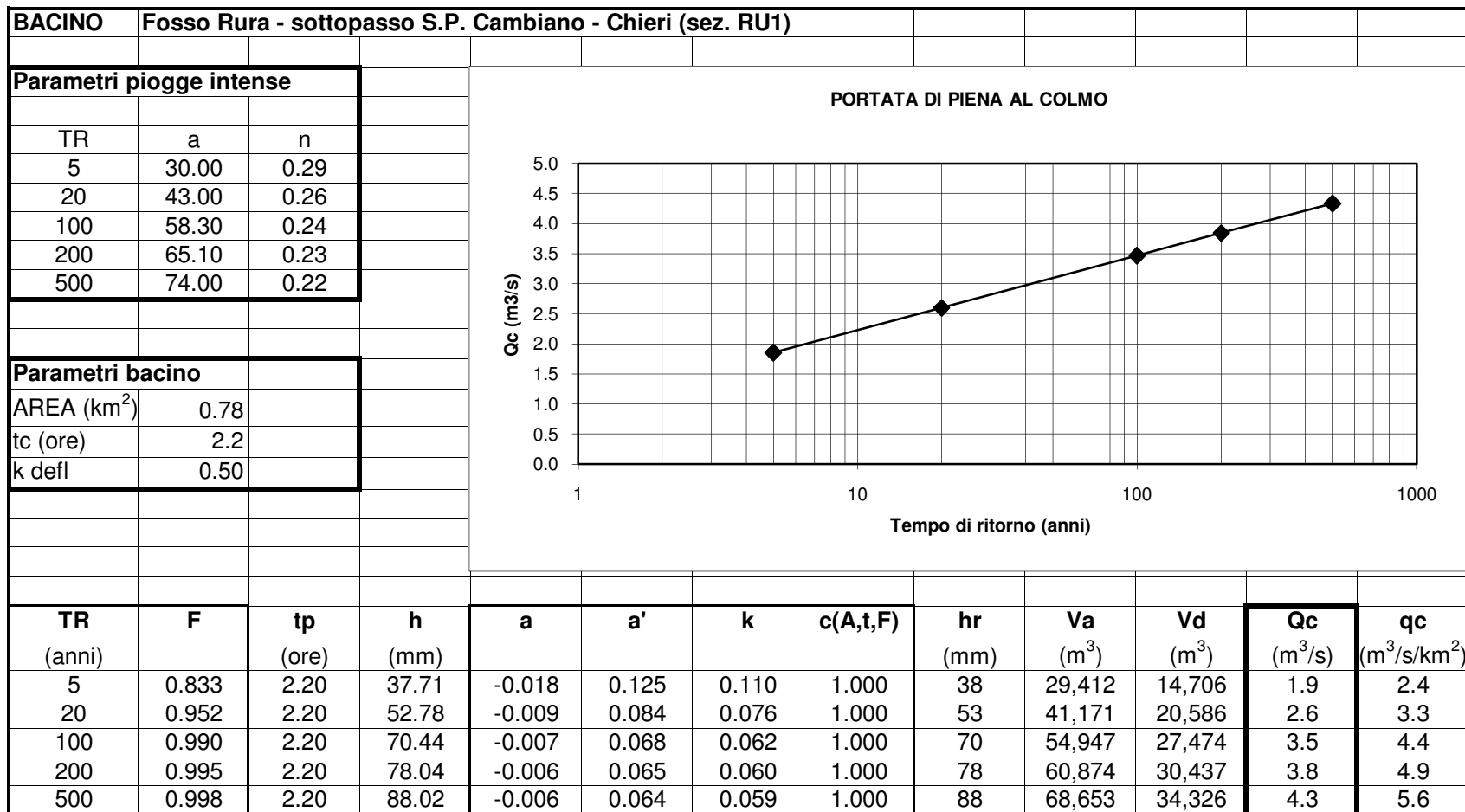


TABELLA 20-2
FOSSO RURA - SEZ. RU2
PORTATA DI PIENA AL COLMO

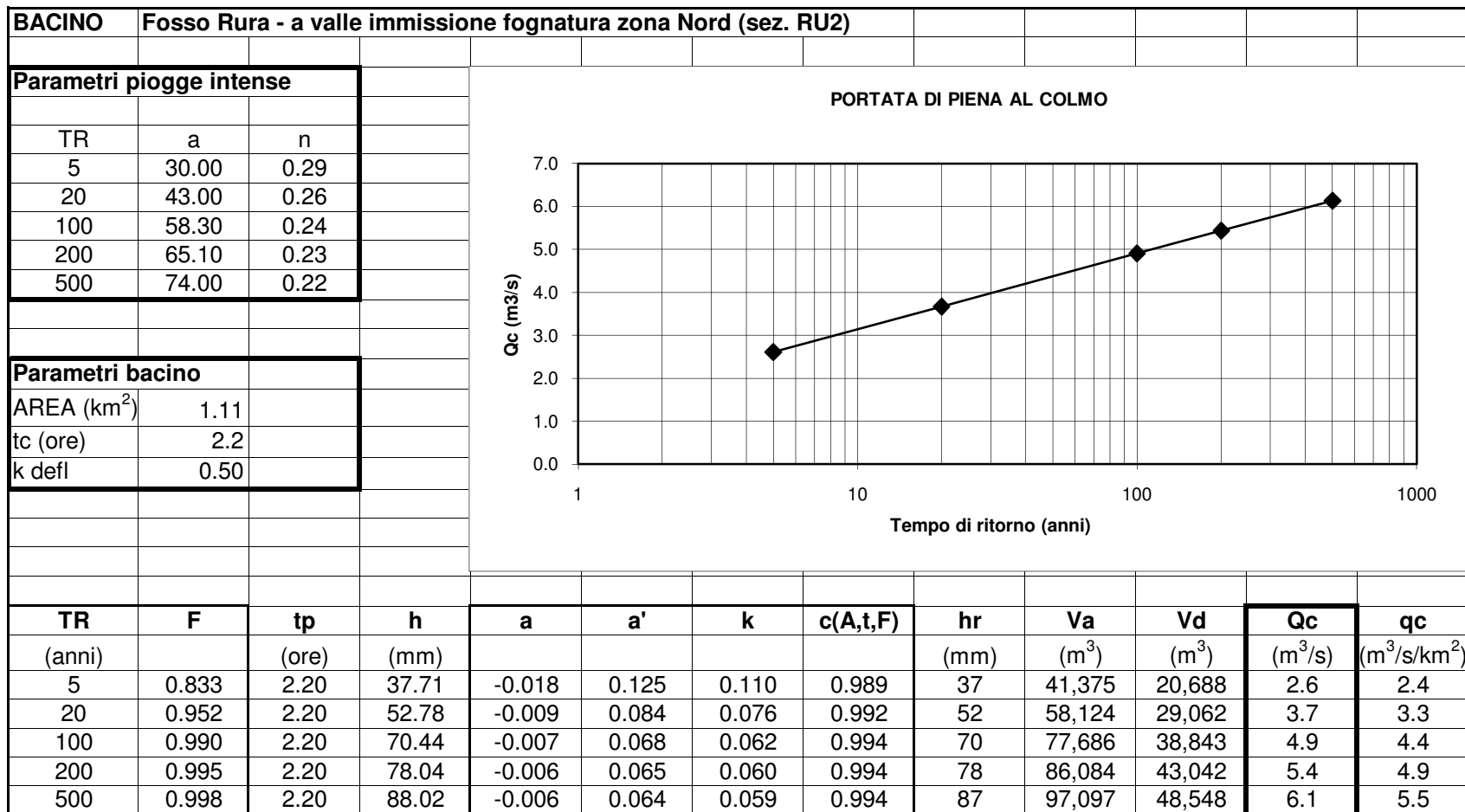


TABELLA 20-3
FOSSO RURA - SEZ. RU3
PORTATA DI PIENA AL COLMO

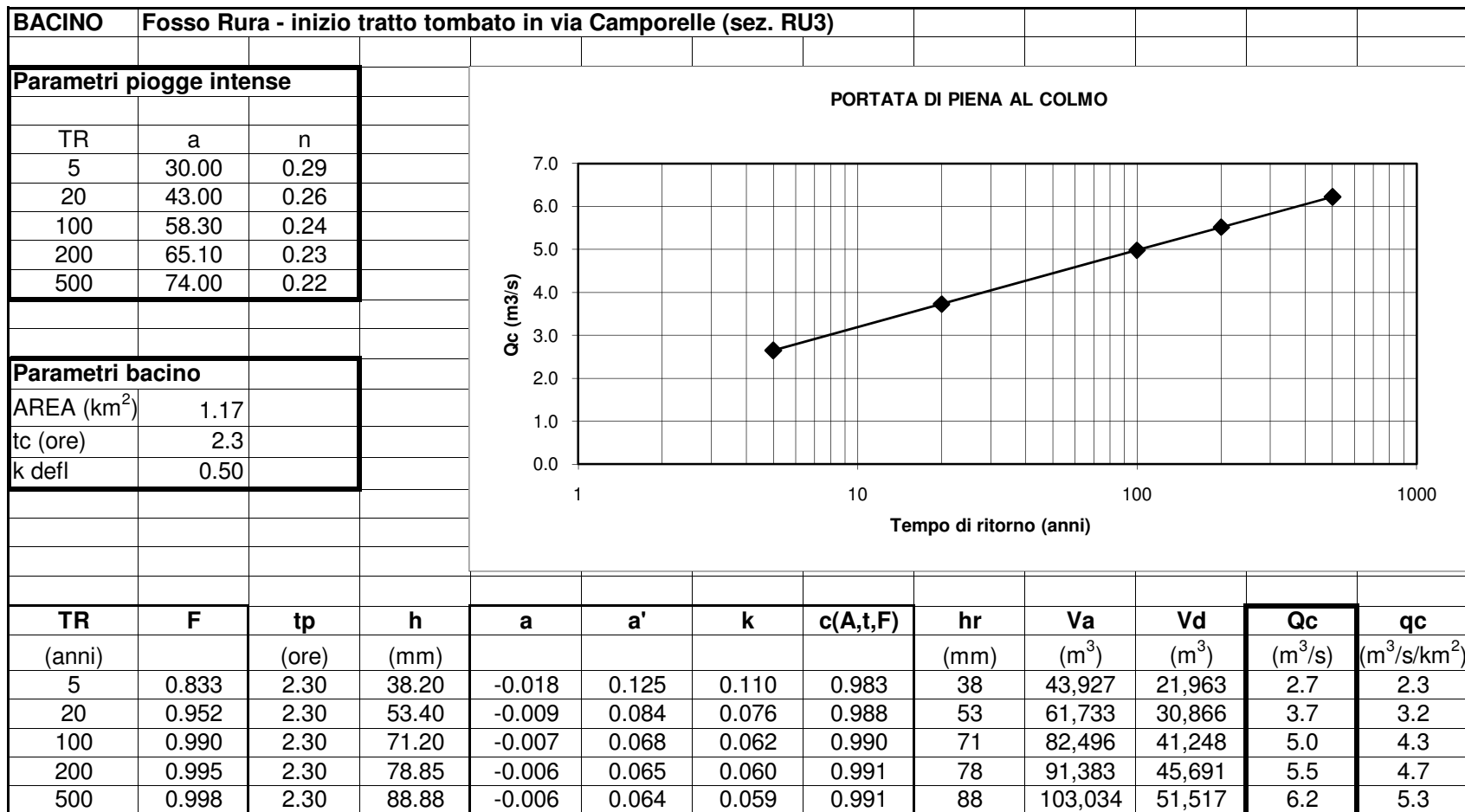


TABELLA 20-4
FOSSO RURA - SEZ. RU4A
PORTATA DI PIENA AL COLMO

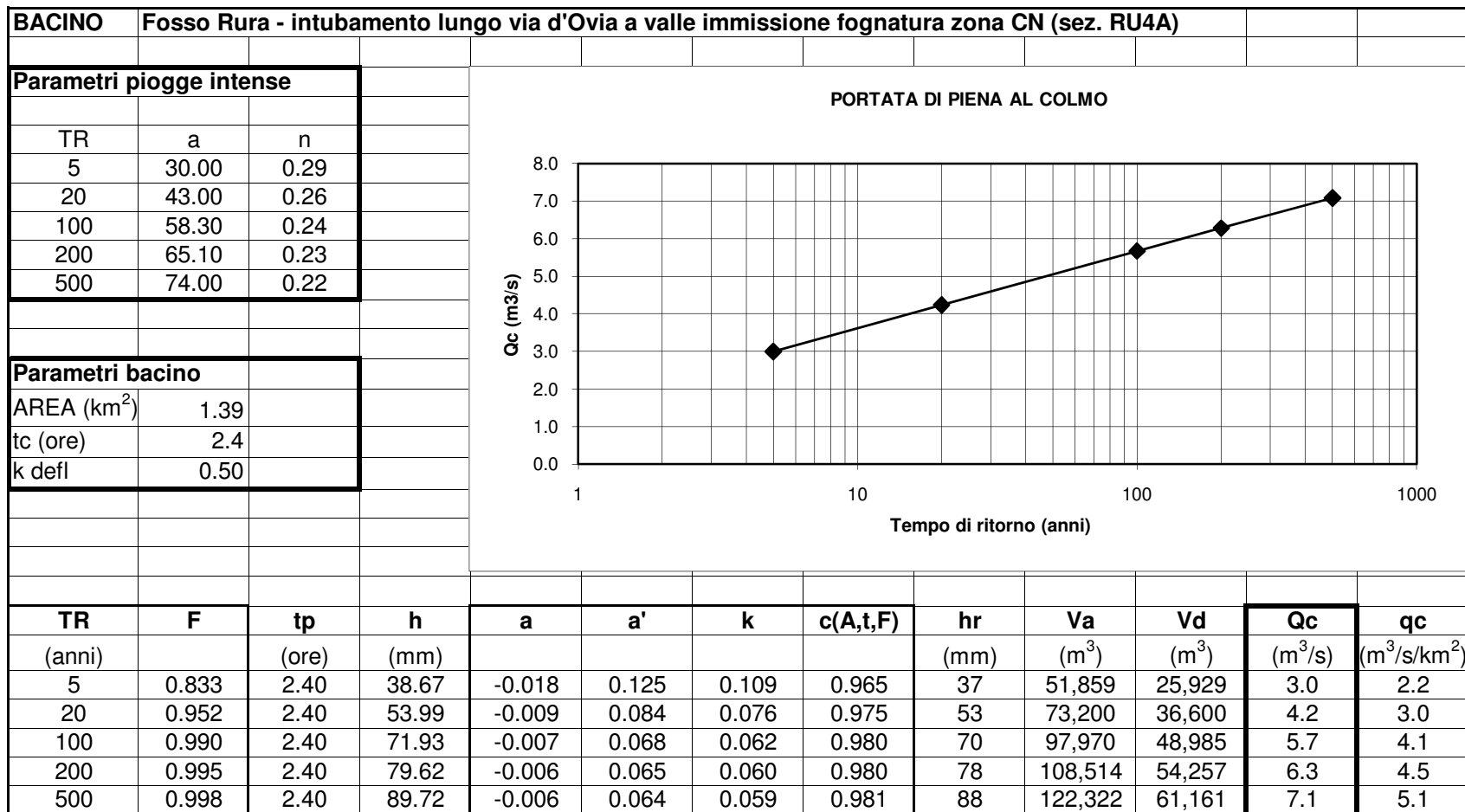


TABELLA 20-5
FOSSO RURA - SEZ. RU5A
PORTATA DI PIENA AL COLMO

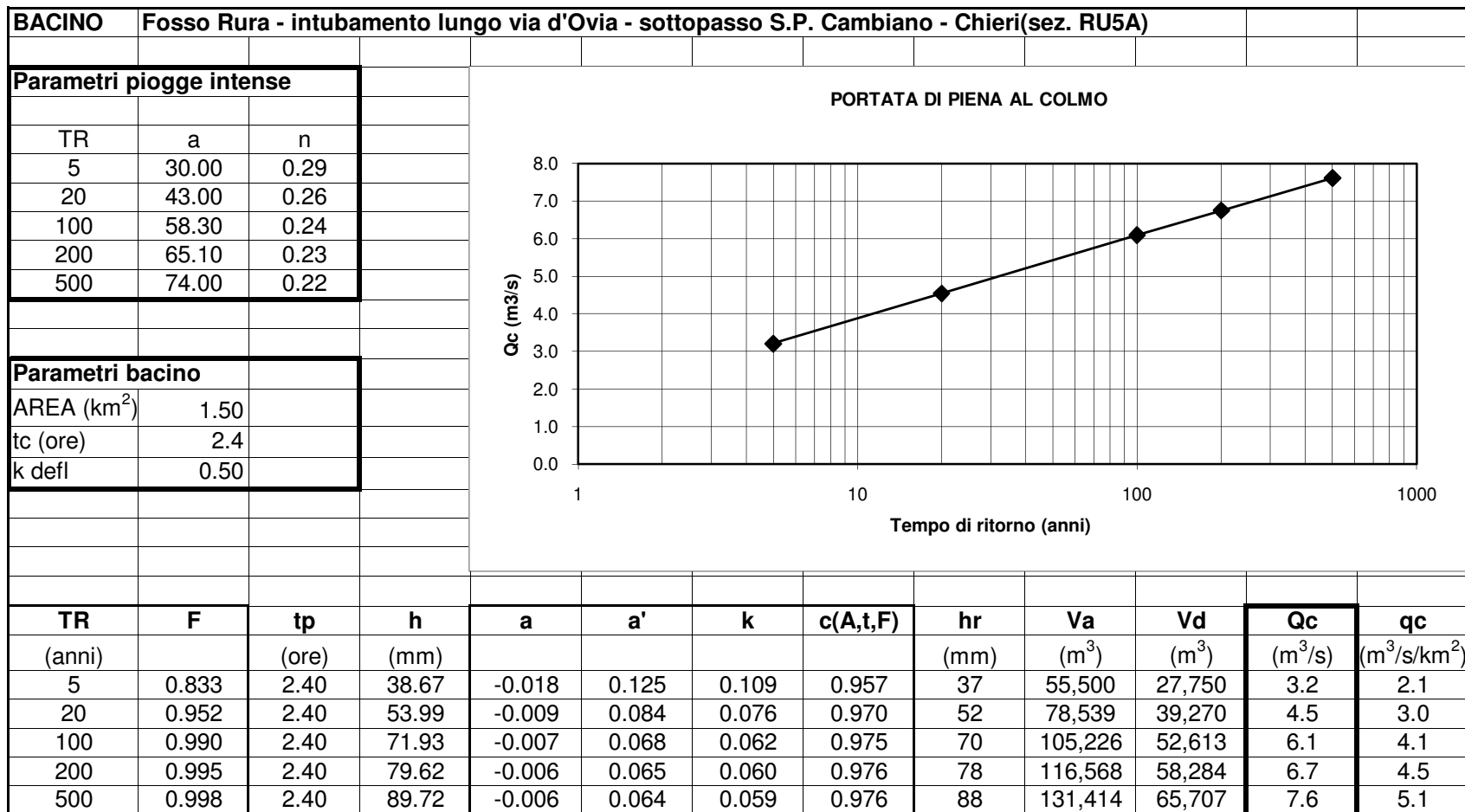


TABELLA 20-6
FOSSO RURA - SEZ. RU6
PORTATA DI PIENA AL COLMO

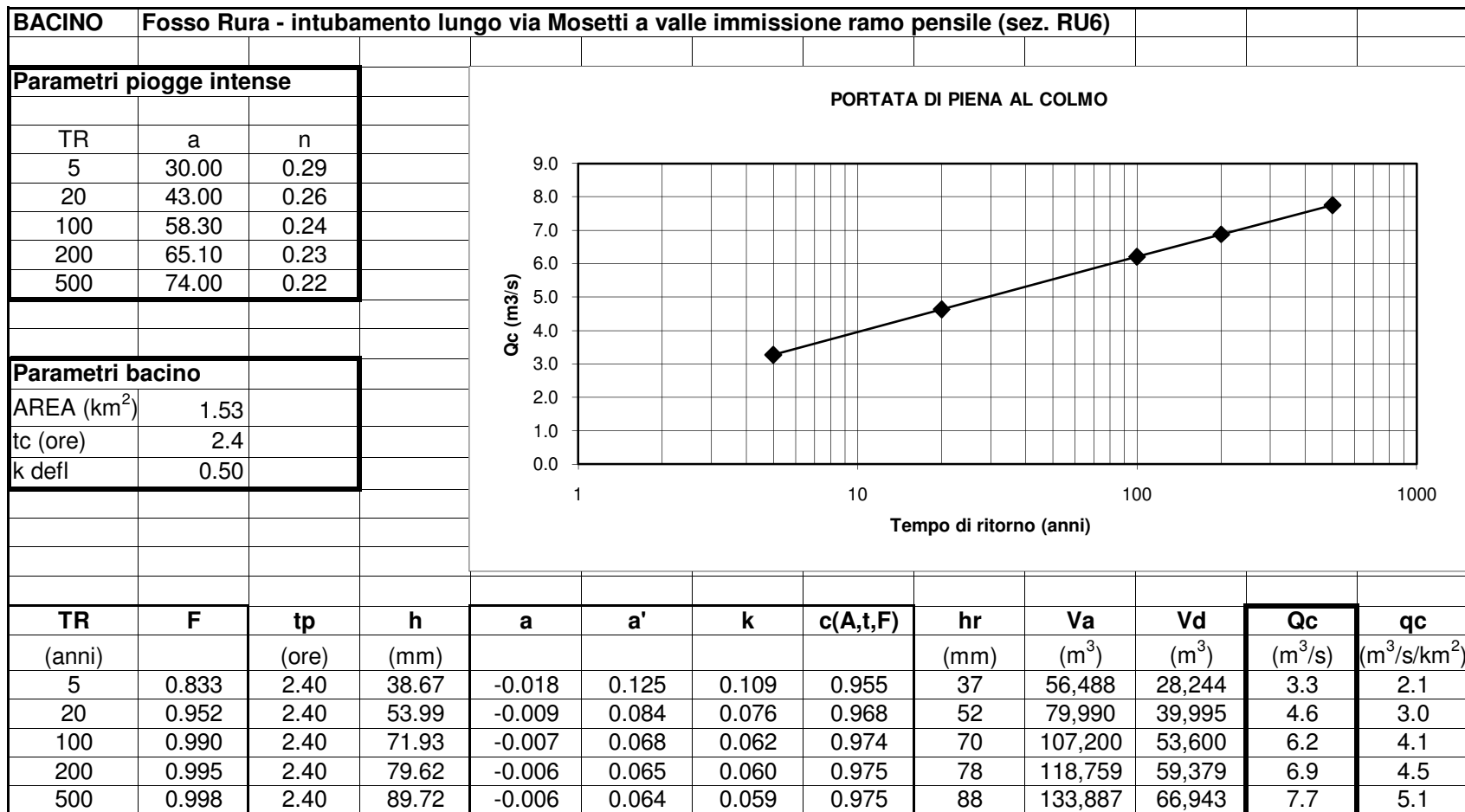


TABELLA 20-7
FOSSO RURA - SEZ. RU7
PORTATA DI PIENA AL COLMO

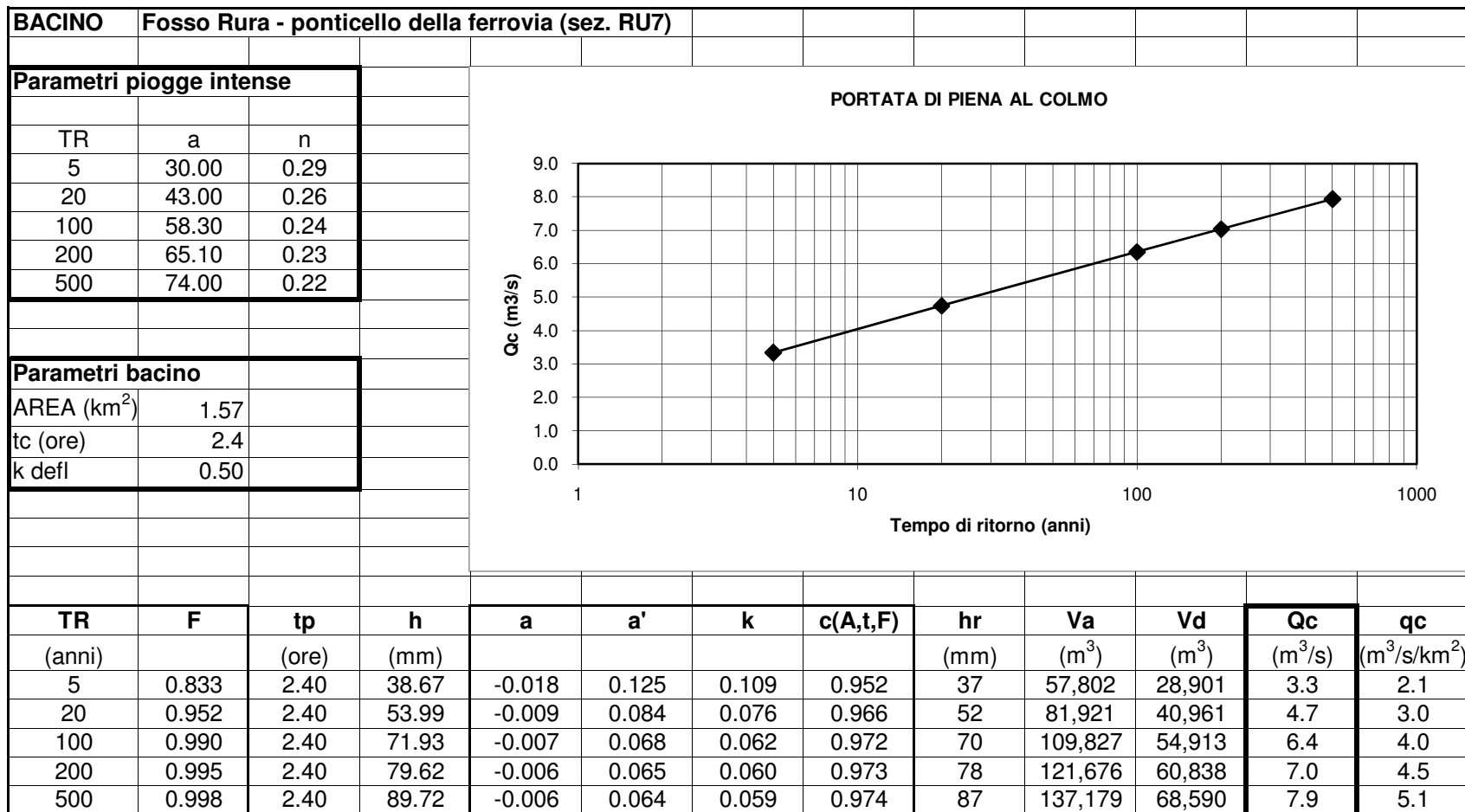


TABELLA 20-8
FOSSO RURA - SEZ. RU4B
PORTATA DI PIENA AL COLMO

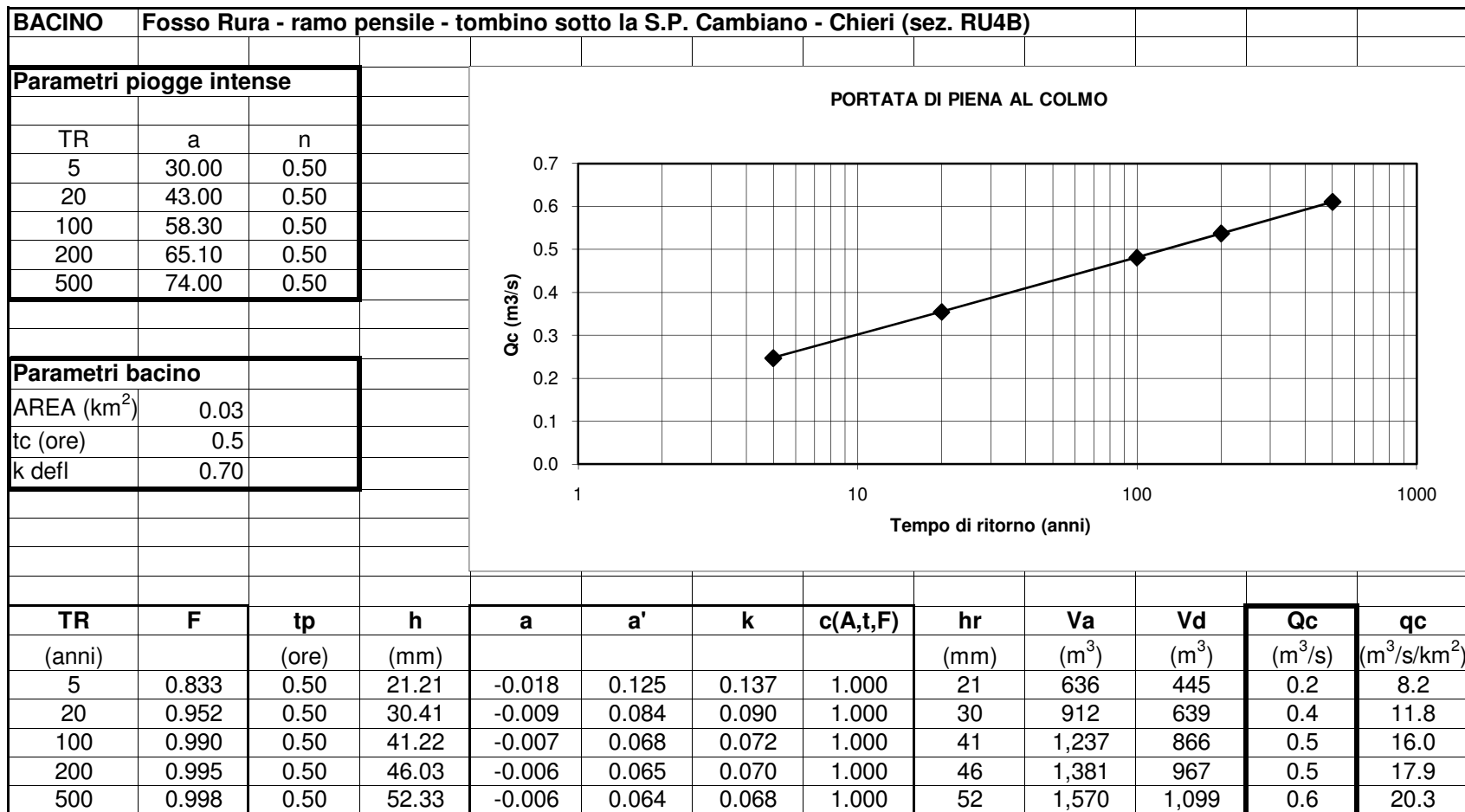


TABELLA 21-1
RIO TEMO - SEZ. TM1
PORTATA DI PIENA AL COLMO

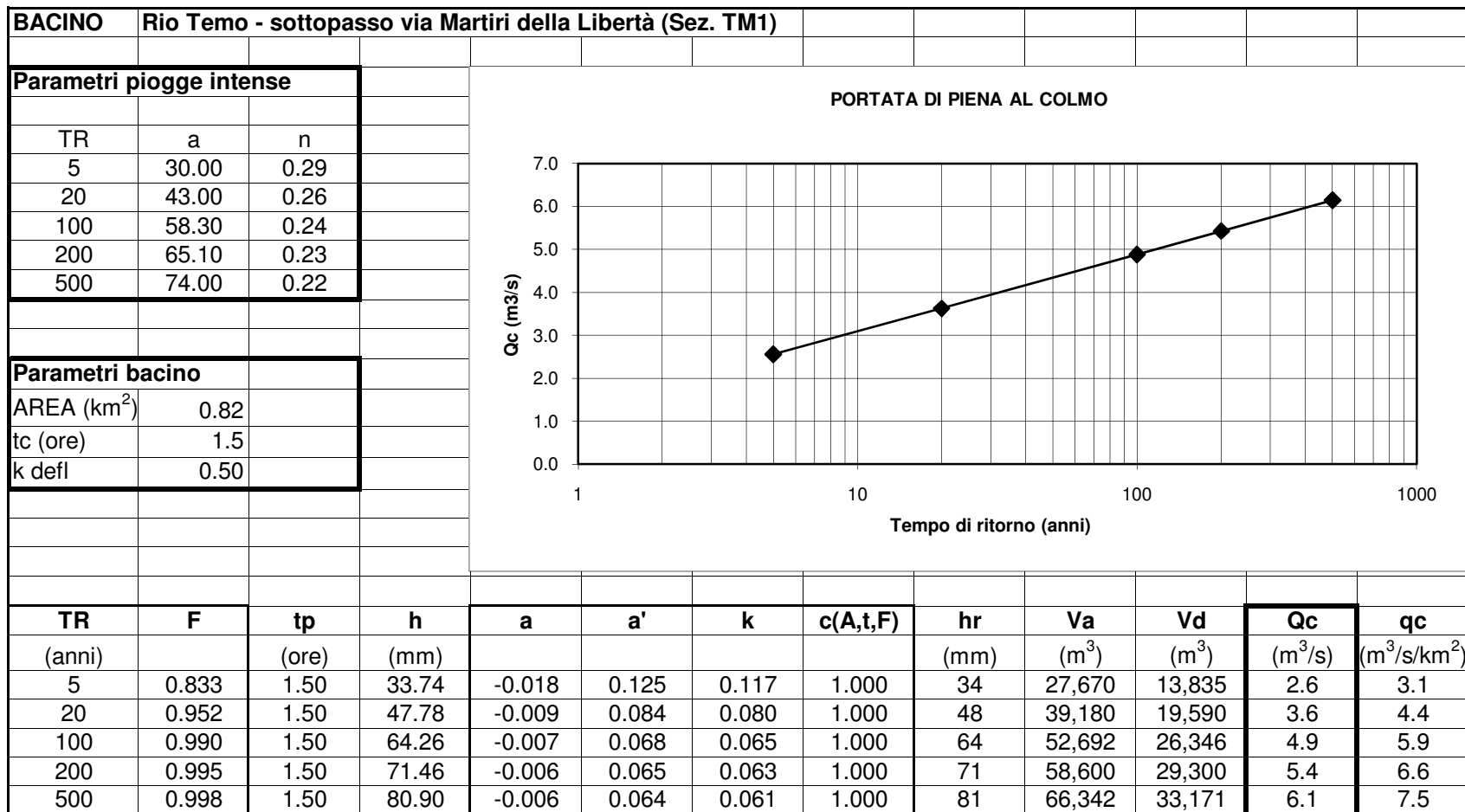


TABELLA 21-2
RIO TEMO - SEZ. TM2
PORTATA DI PIENA AL COLMO

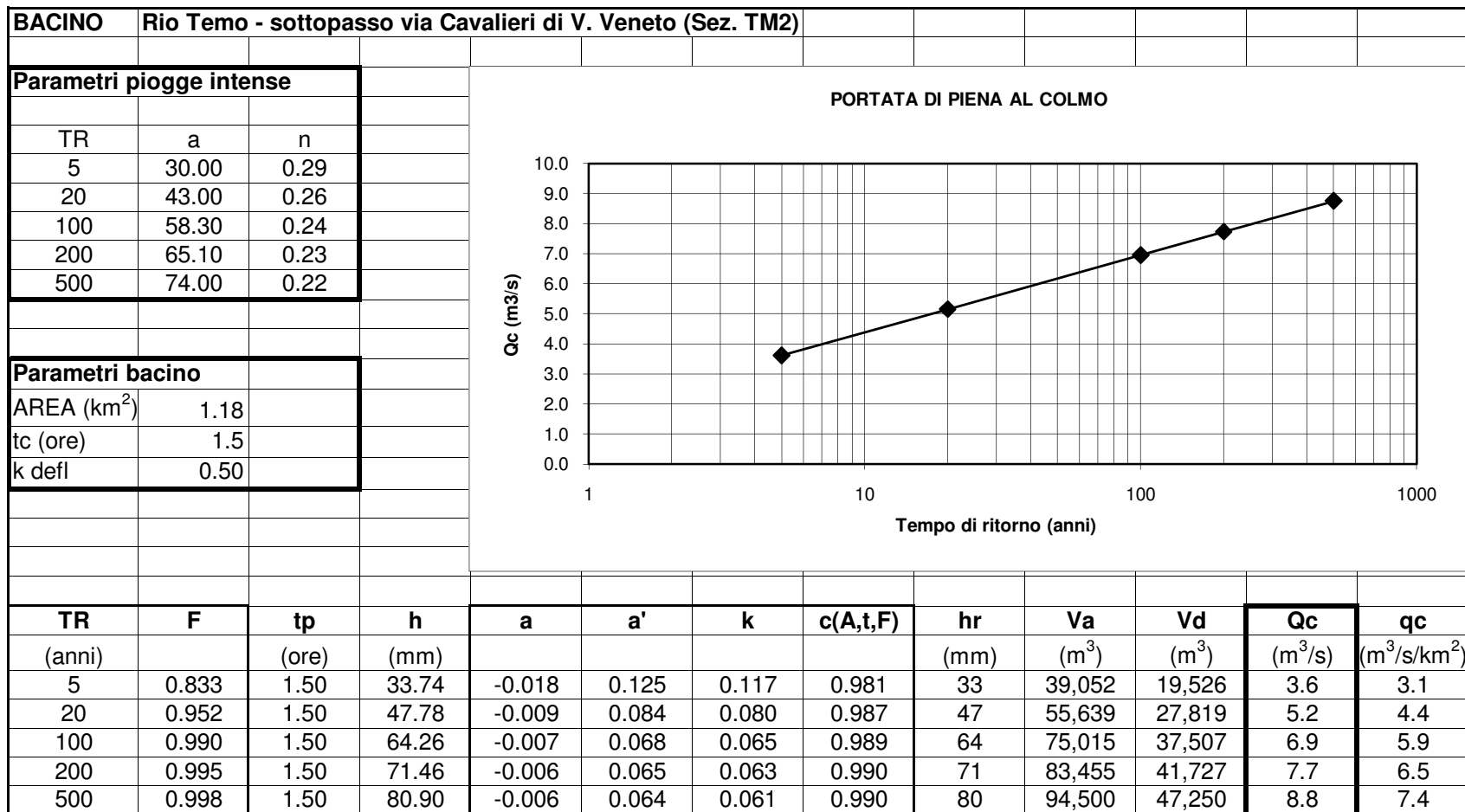


TABELLA 21-3
RIO TEMO - SEZ. TM3
PORTATA DI PIENA AL COLMO

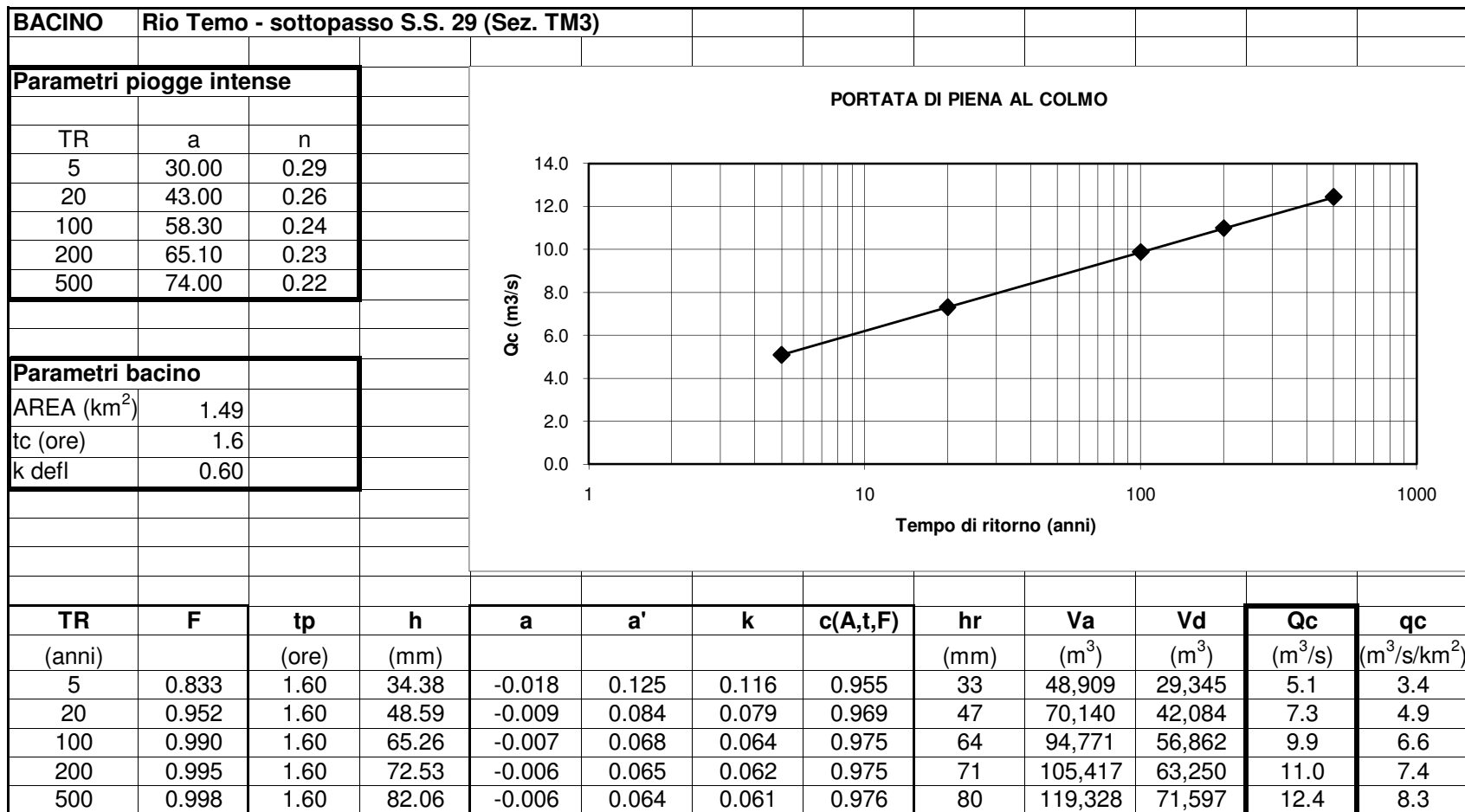


TABELLA 21-4
RIO TEMO - SEZ. TM4
PORTATA DI PIENA AL COLMO

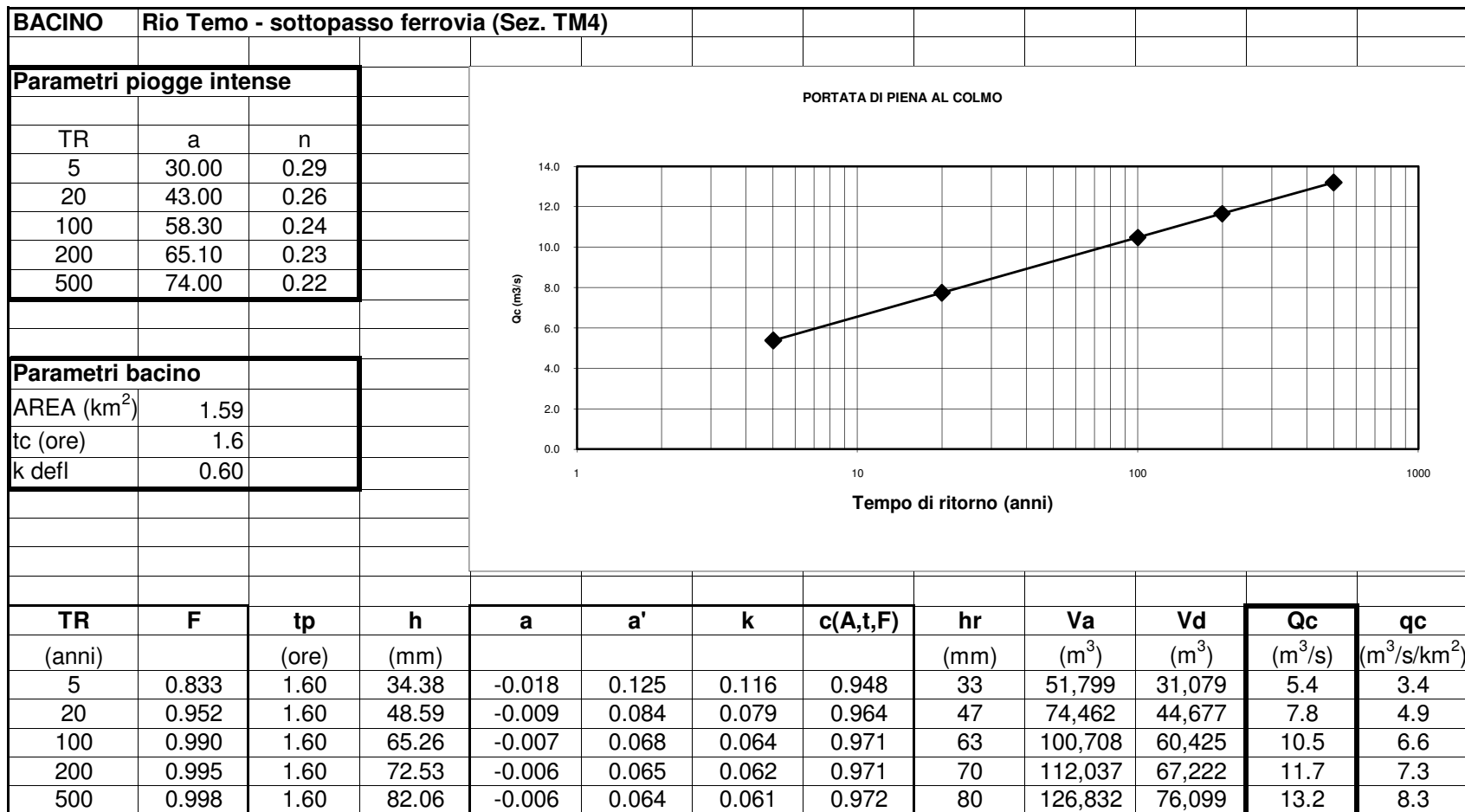


TABELLA 21-5
RIO TEMO - SEZ. TM2A
PORTATA DI PIENA AL COLMO

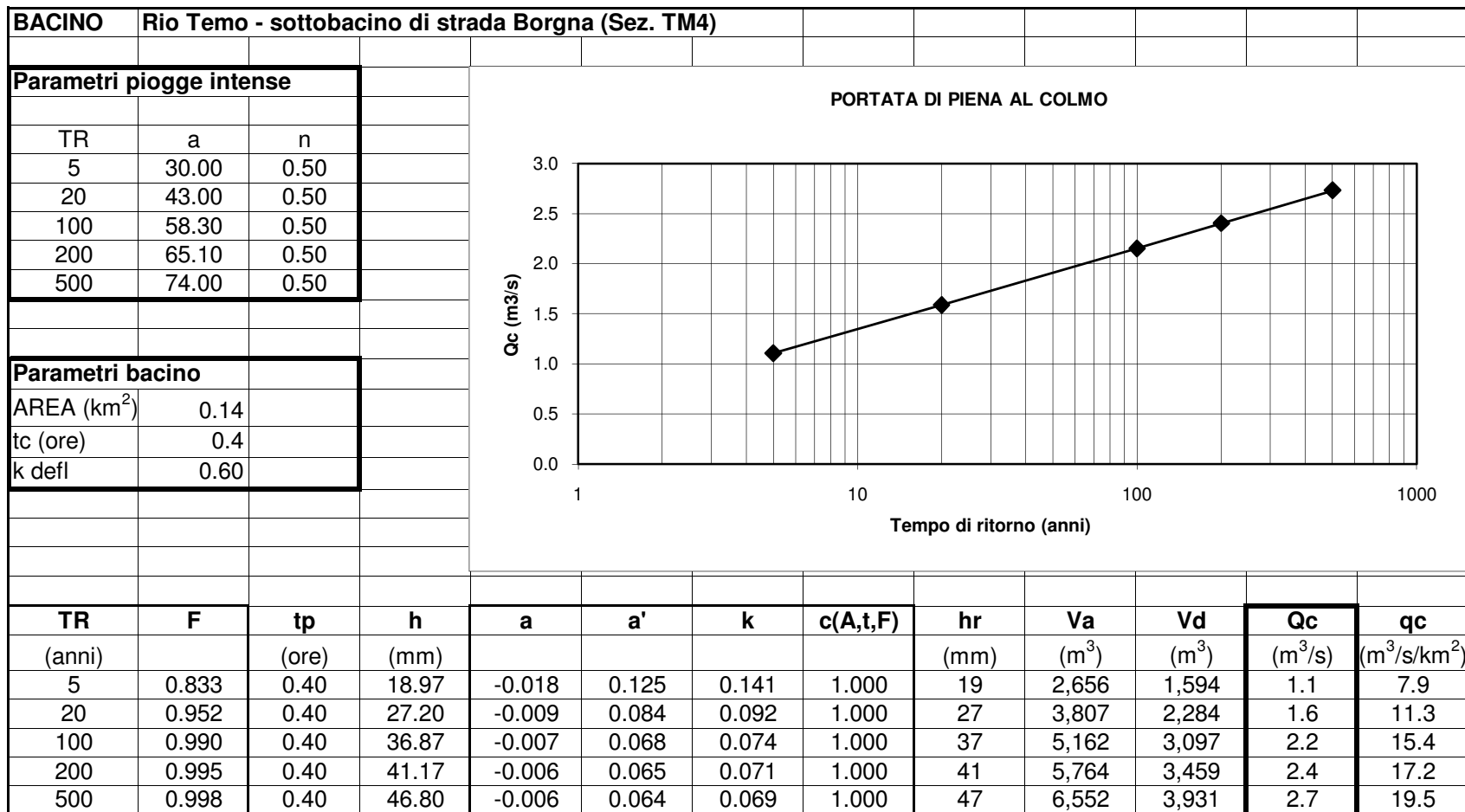


TABELLA 22-1
RIO TEMO - SEZ. CN
PORTATA DI PIENA AL COLMO

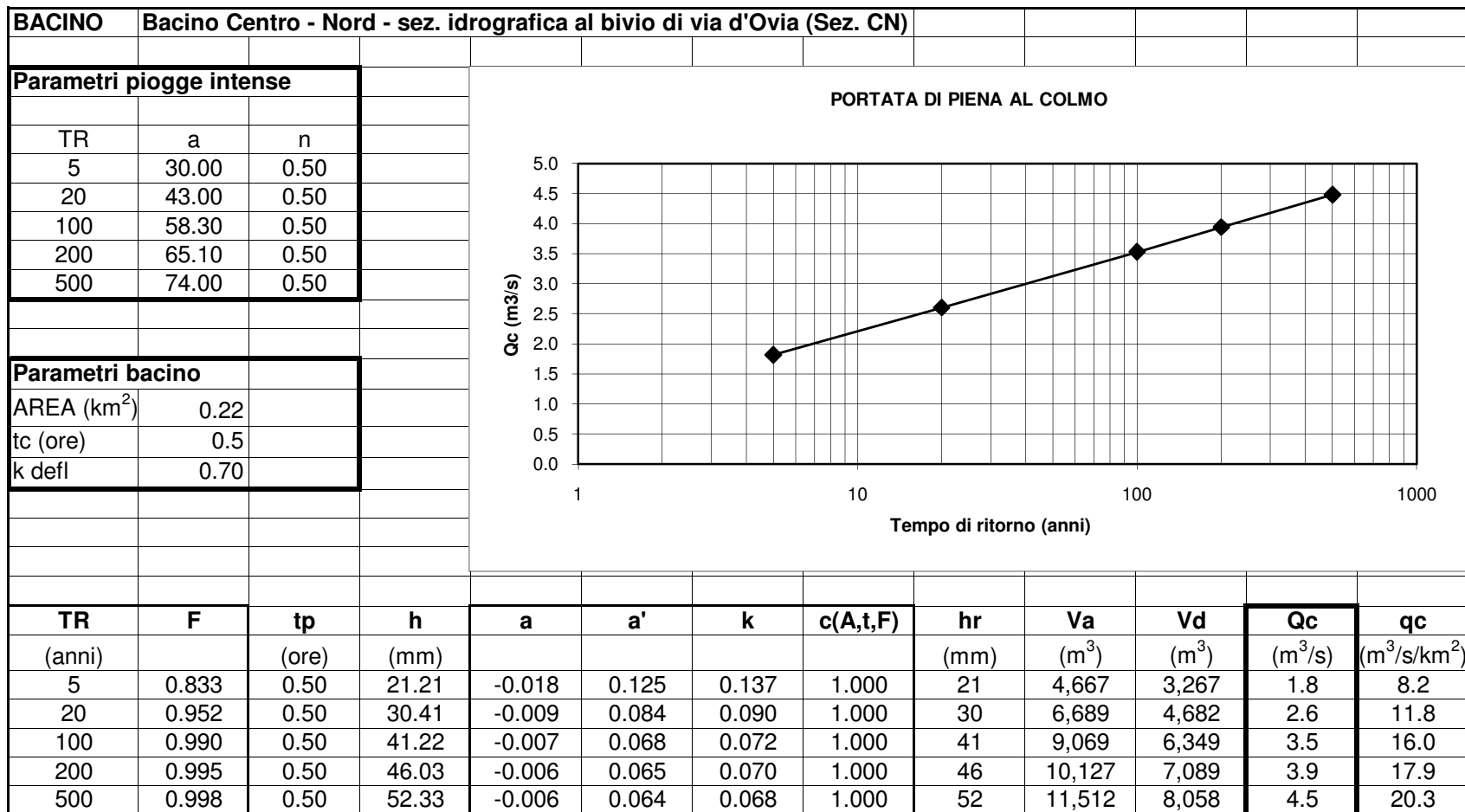


TABELLA 22-2
Bacini urbani - SEZ. CE
PORTATA DI PIENA AL COLMO

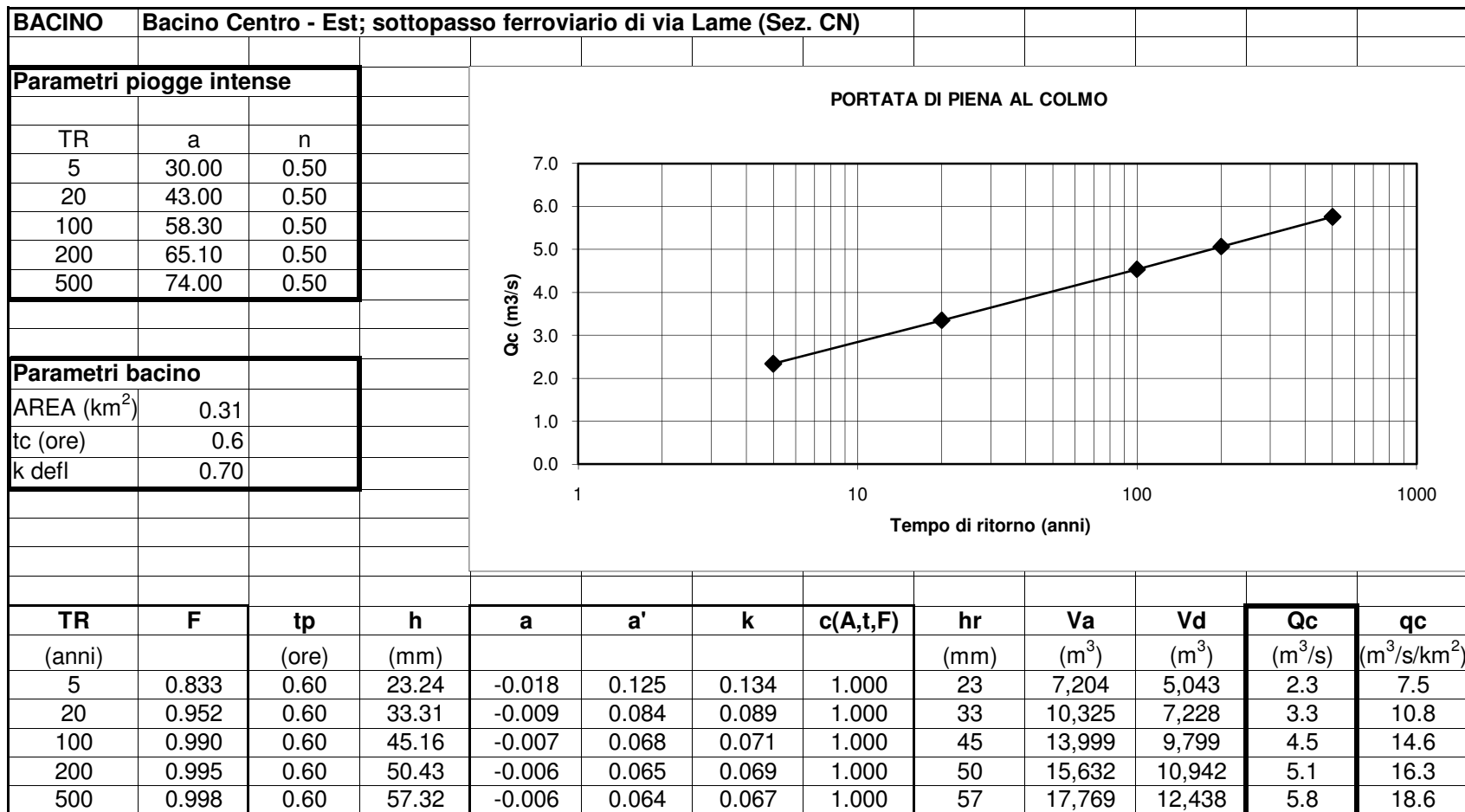
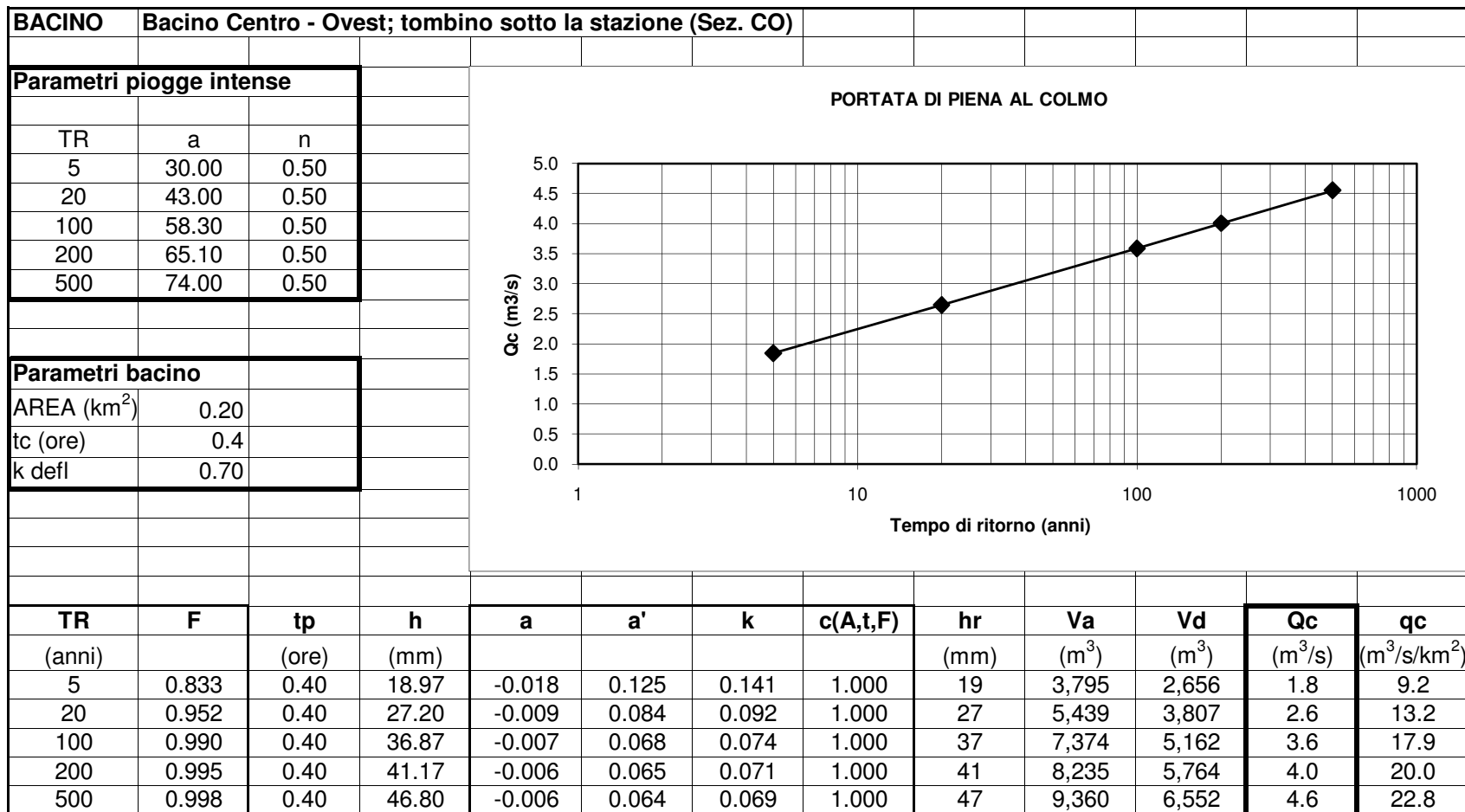


TABELLA 22-3
Bacini urbani - SEZ. CO
PORTATA DI PIENA AL COLMO



IDRAULICA

Risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras (profili longitudinali, sezioni, tabelle).

Allegato 2.1 - Rio Vajors

Allegato 2.2 - Rio Tepice

Allegato 2.3 - Fosso Rura

Rio Vajors

Risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras

- Profilo longitudinale per Tr = 20 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 50 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 200 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 500 anni

- Sezioni idrauliche per Tr = 20 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 50 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 200 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 500 anni

- Tabella dei risultati per Tr = 5 - 20 - 50 - 100 - 200 - 300 - 500 anni

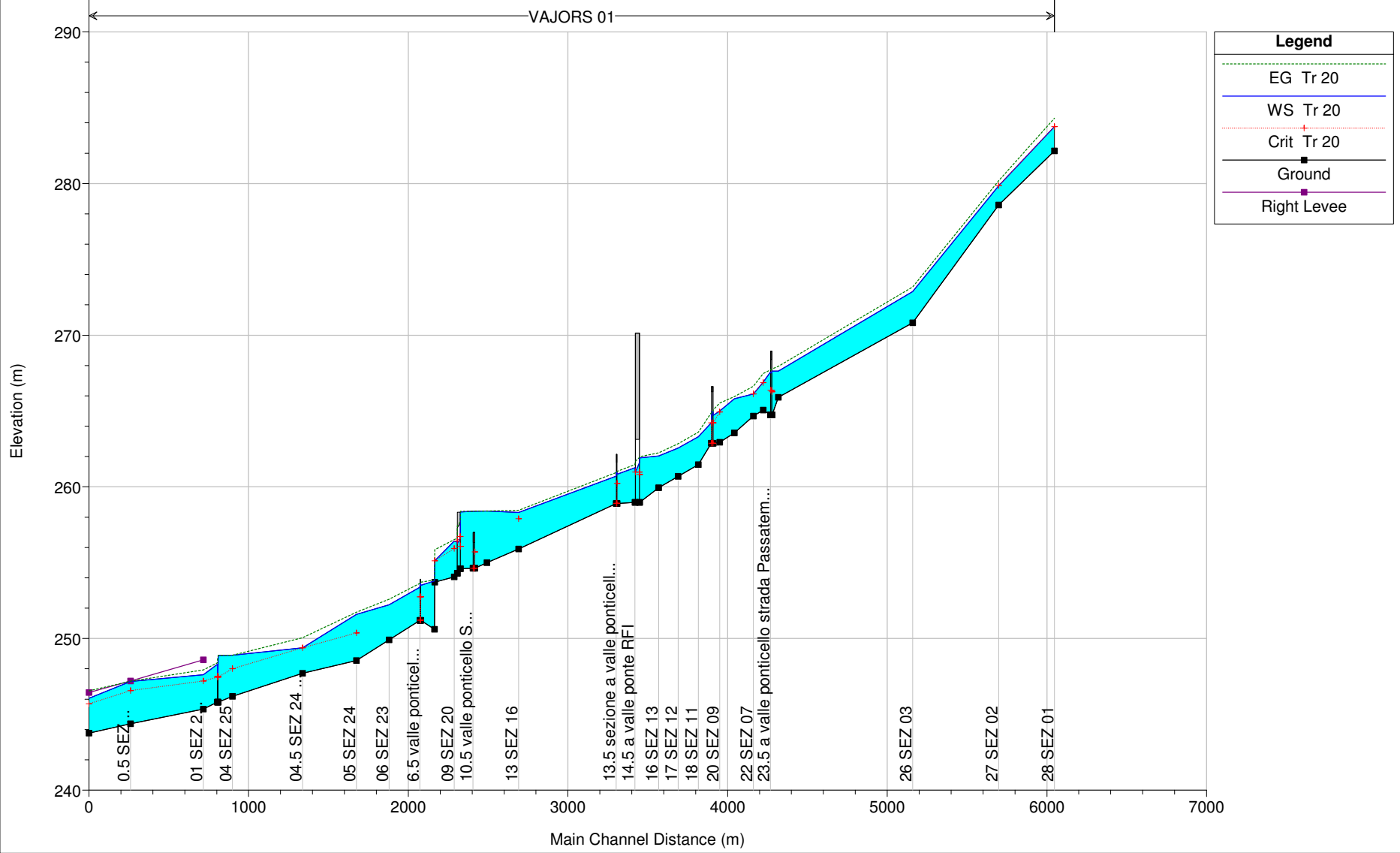
Rio VAJORS		
river Stage	SEZ	Q20
28	1	
27	2	
26	3	
25	4	
24	5	
23	6	
22	7	
21	8	
20	9	
19	10	21.4
18	11	↓
17	12	
16	13	
15	14	
14	15	
13	16	
12	17	
11	18	23.4
10	19	↓
9	20	
8	21	
7	22	
6	23	
5	24	
4.5	24a	
4	25	
3	26	23
1	28	29.3
0.5	29	
0.25	1 TEPICE	59.5

Corrispondenza fra la numerazione delle sezioni rilevate (SEZ) e la numerazione delle sezioni idrauliche nel modello (river Stage).

Le portate calcolate nelle diverse sezioni idrografiche sono applicate in corrispondenza delle sezioni indicate qui a lato.

VAJORS 2010 Plan: Plan 01 24/10/2010

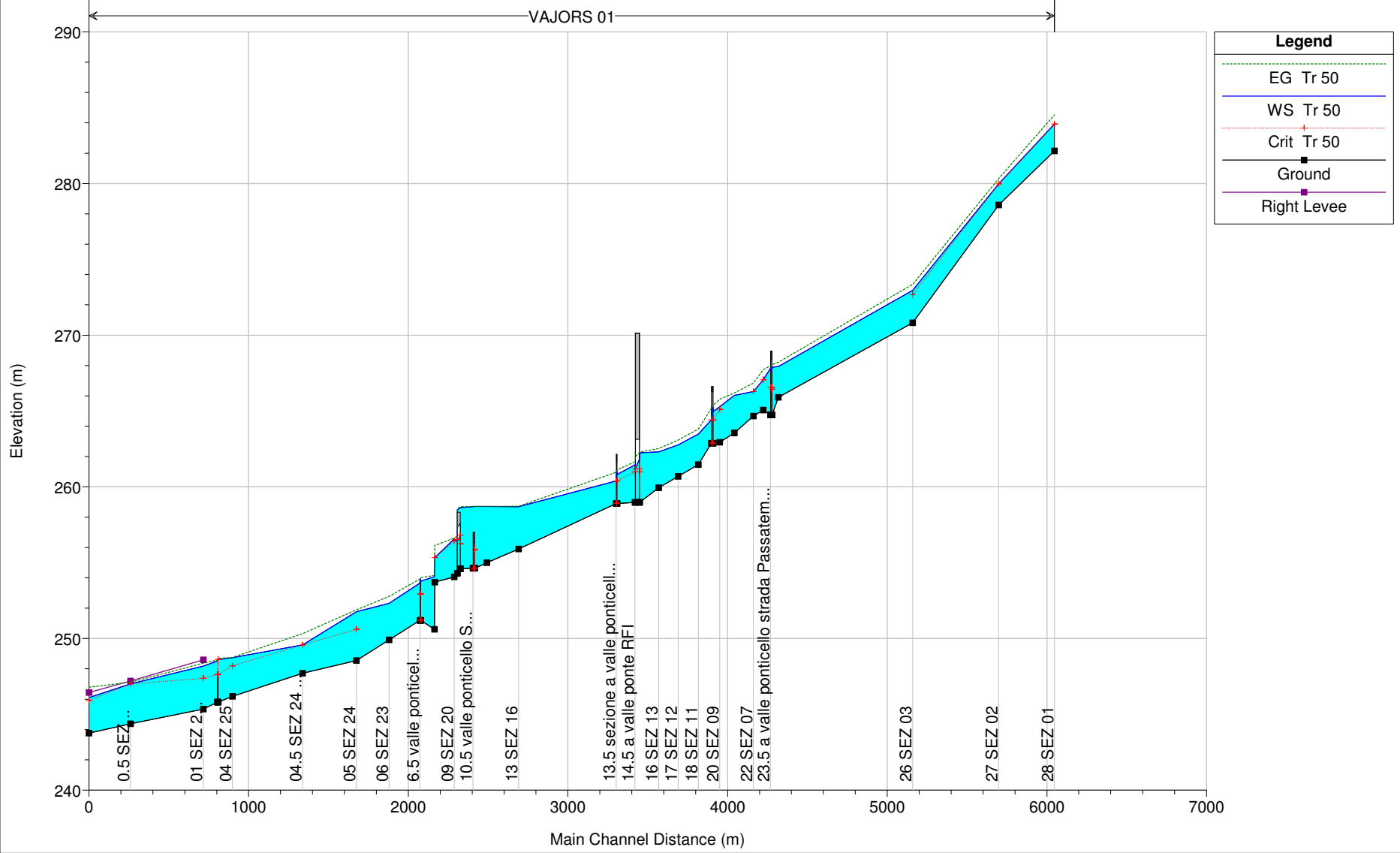
Rio Vajors - profilo TR 20



Legend	
EG Tr 20	(Dashed green line)
WS Tr 20	(Solid blue line)
Crit Tr 20	(Dotted red line)
Ground	(Black line with square markers)
Right Levee	(Purple line with square markers)

VAJORS 2010 Plan: Plan 01 24/10/2010

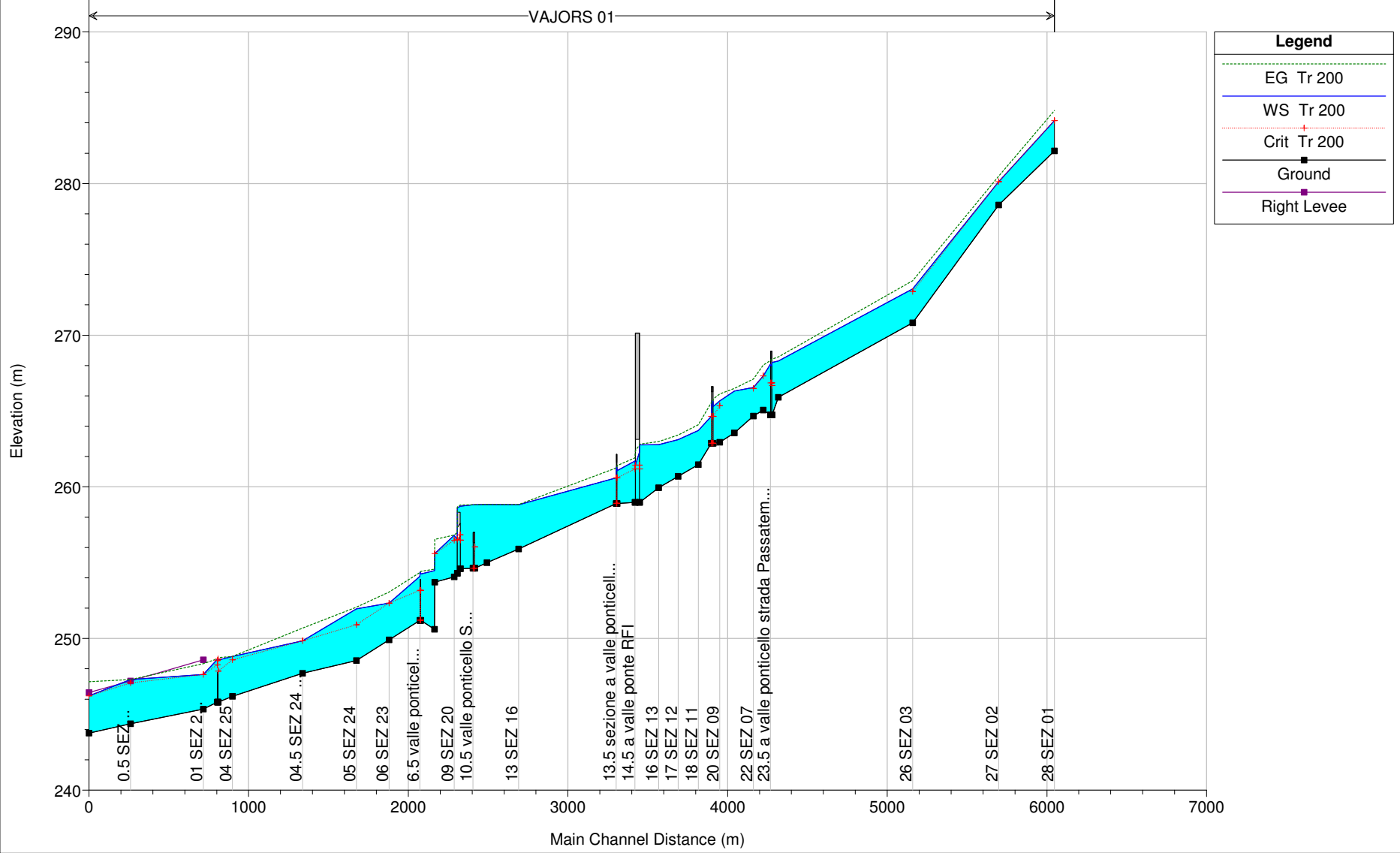
Rio Vajors - profilo TR 50



Legend	
EG Tr 50	(Dashed green line)
WS Tr 50	(Solid blue line)
Crit Tr 50	(Red dotted line with '+' markers)
Ground	(Black line with square markers)
Right Levee	(Purple line with square markers)

VAJORS 2010 Plan: Plan 01 24/10/2010

Rio Vajors - profilo TR 200

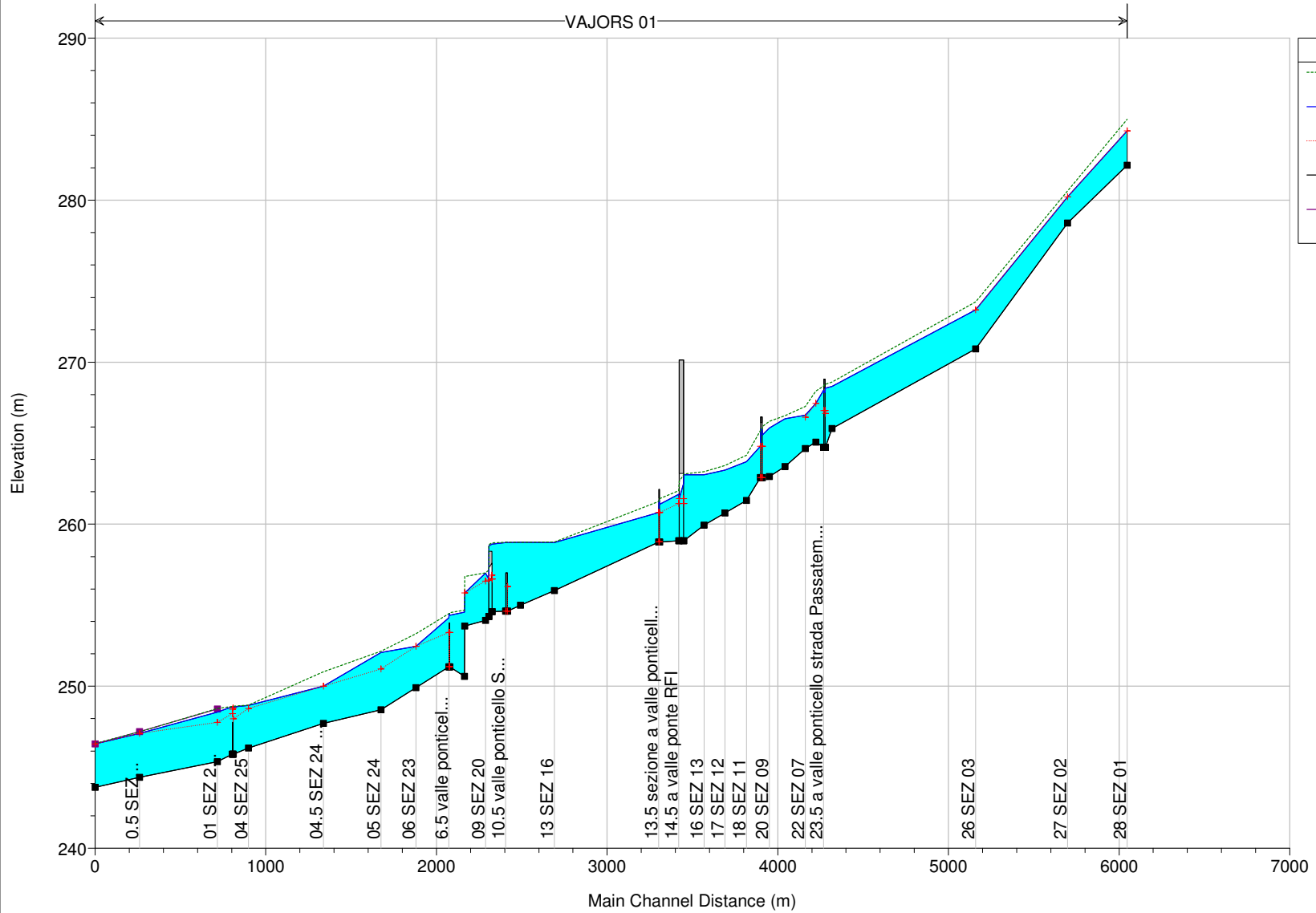


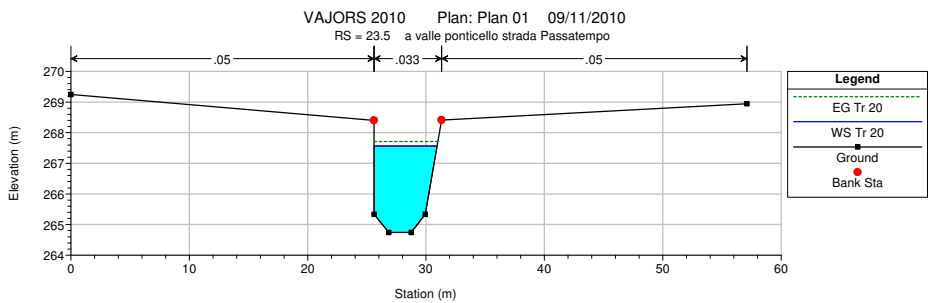
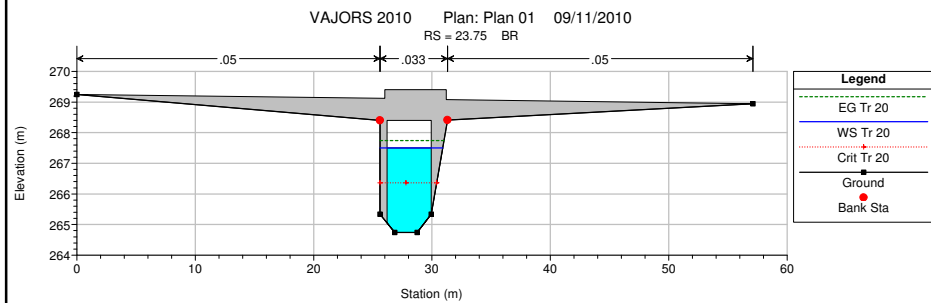
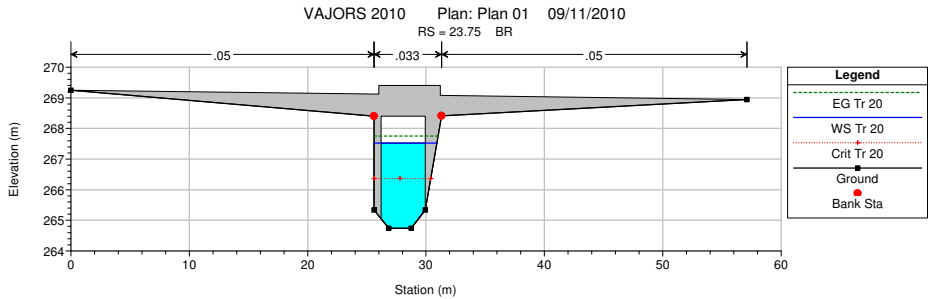
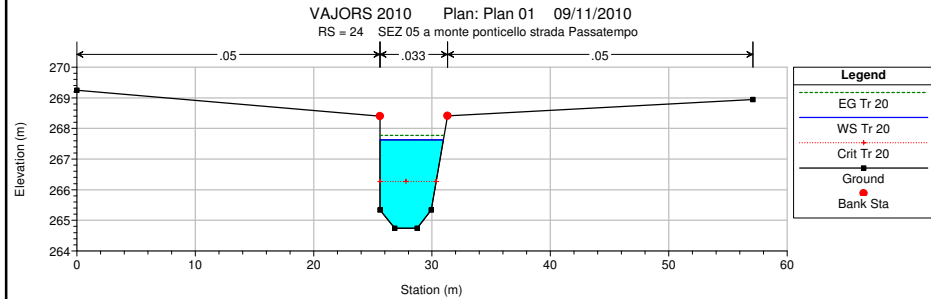
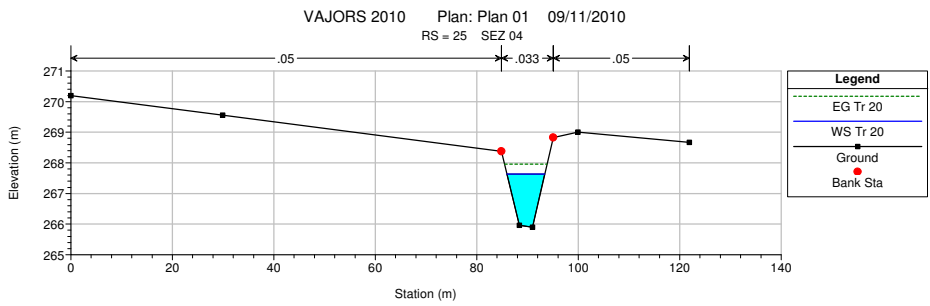
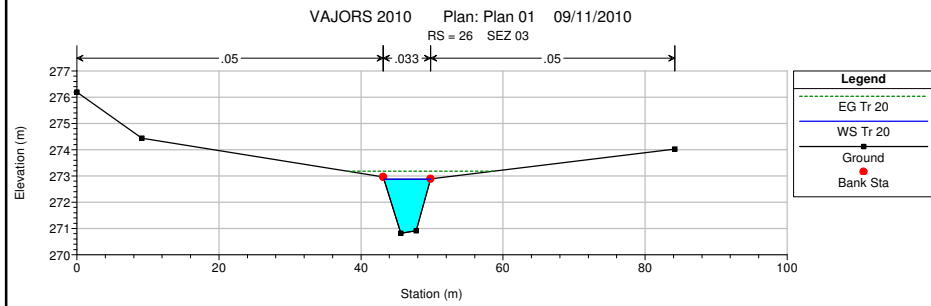
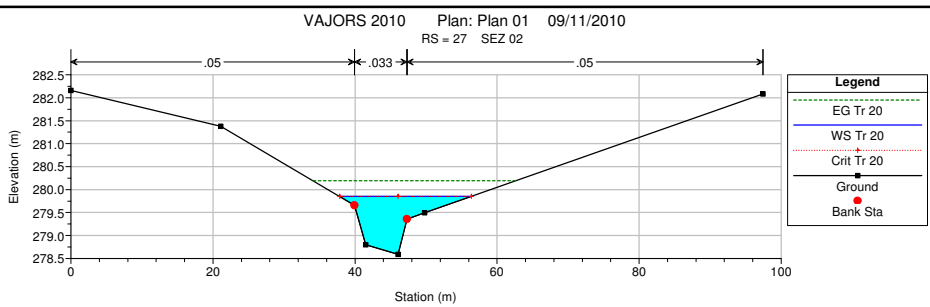
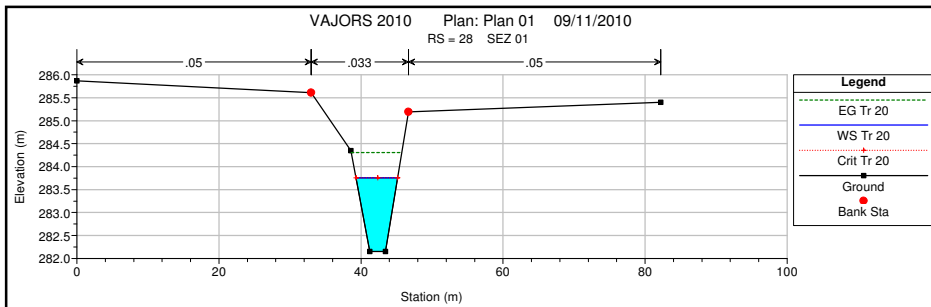
Legend	
EG Tr 200	(Dashed green line)
WS Tr 200	(Solid blue line)
Crit Tr 200	(Dotted red line with crosses)
Ground	(Solid black line with squares)
Right Levee	(Solid purple line with squares)

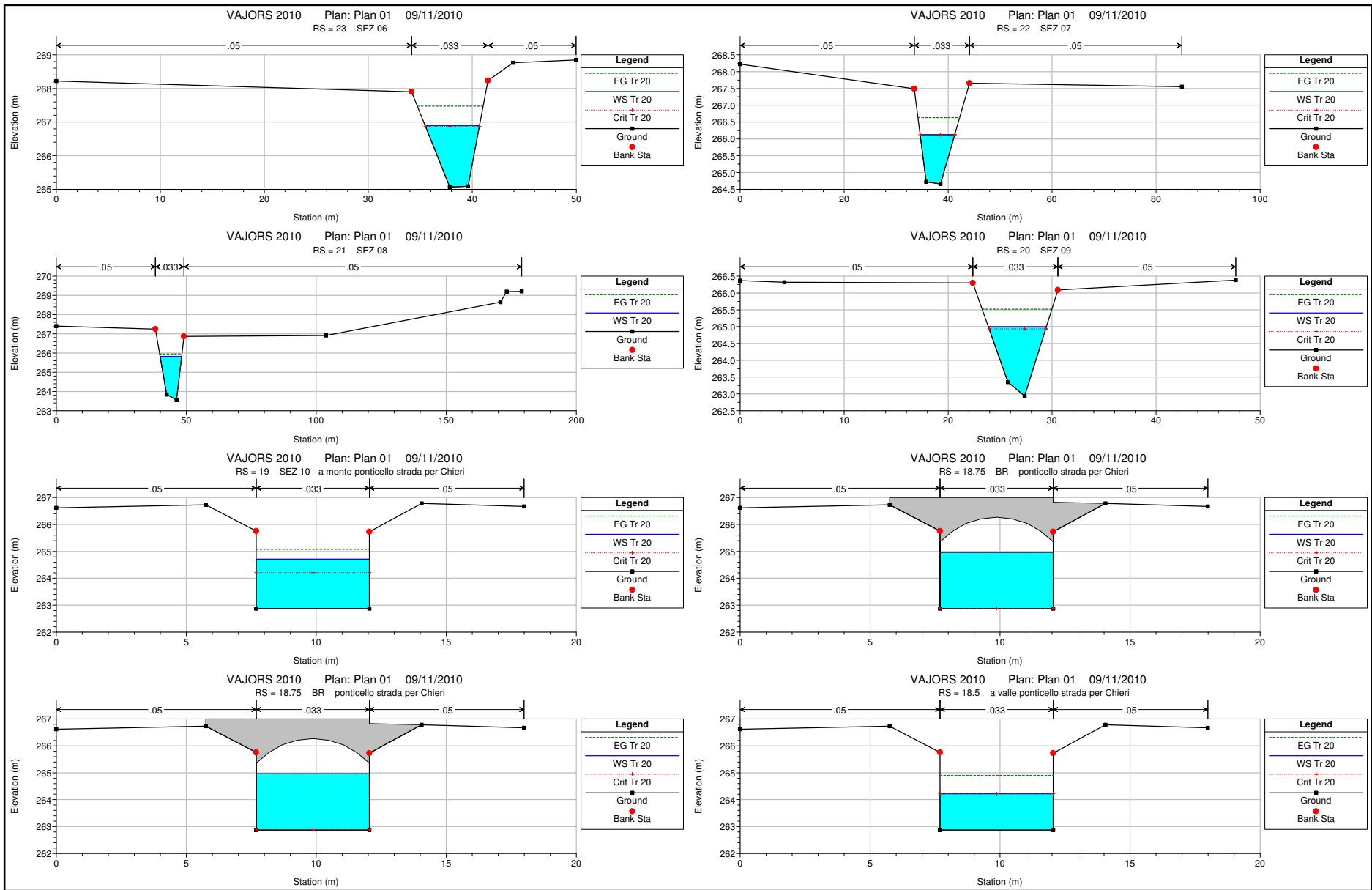
VAJORS 2010 Plan: Plan 01 24/10/2010

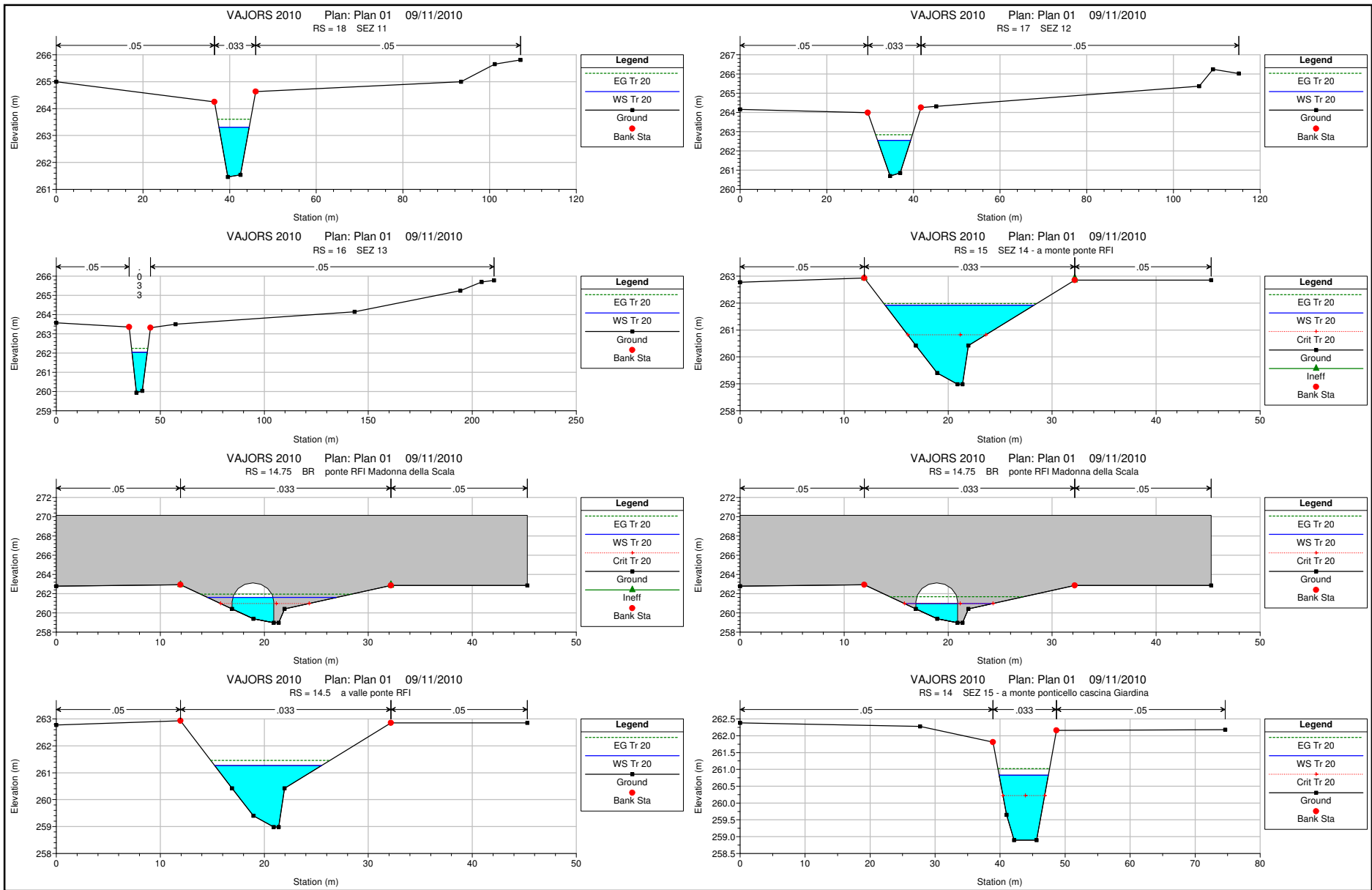
Rio Vajors - profilo TR 500

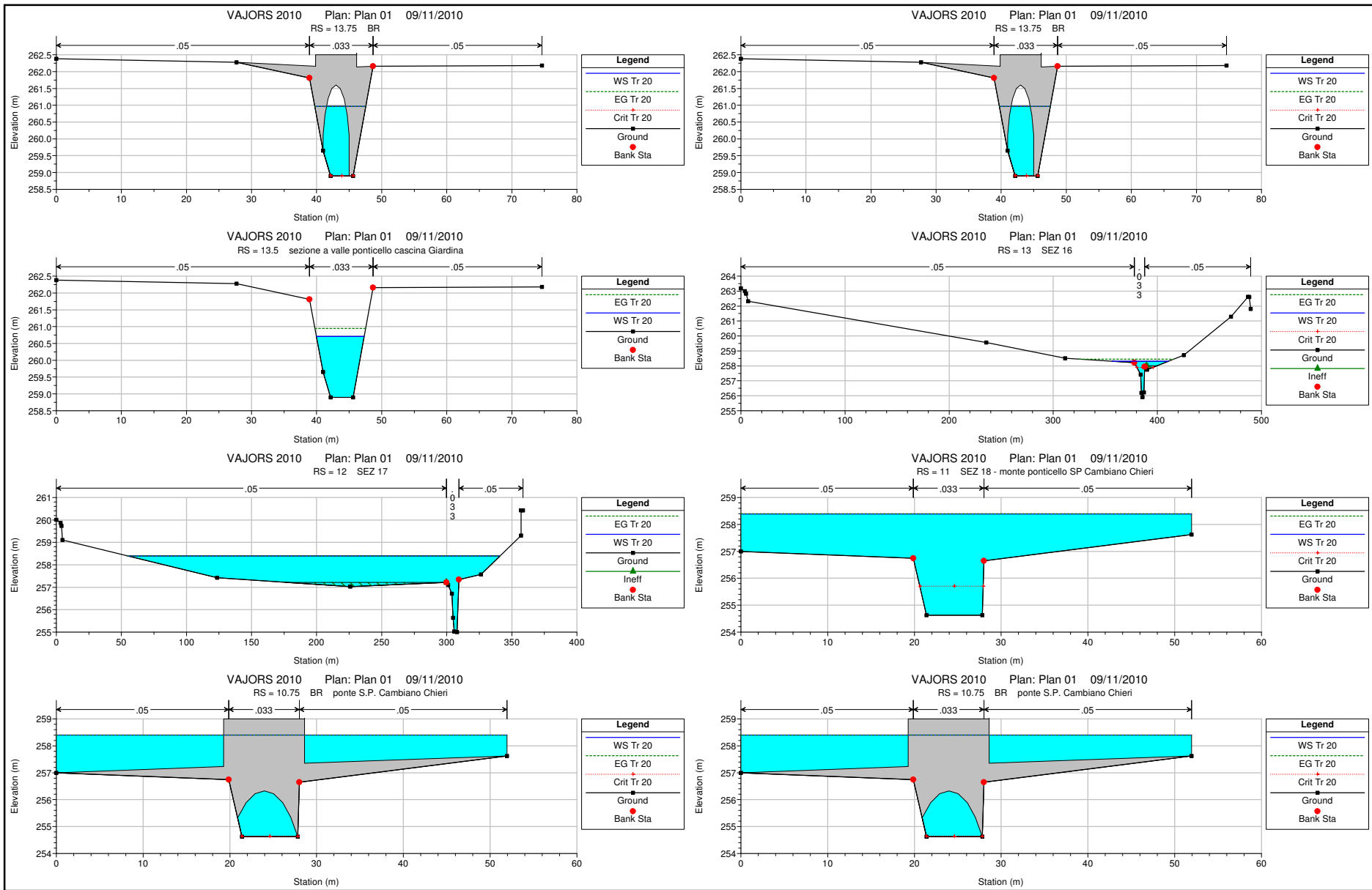
Legend	
EG Tr 500	
WS Tr 500	
Crit Tr 500	
Ground	
Right Levee	

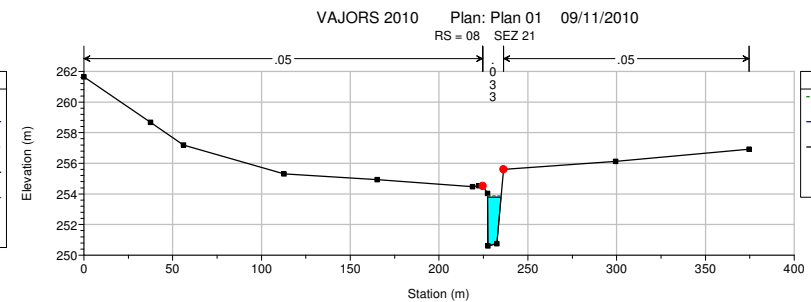
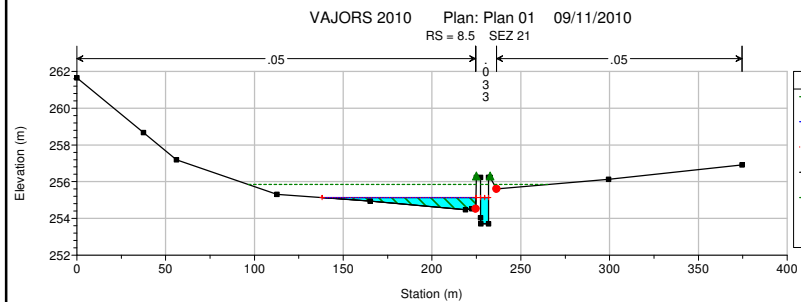
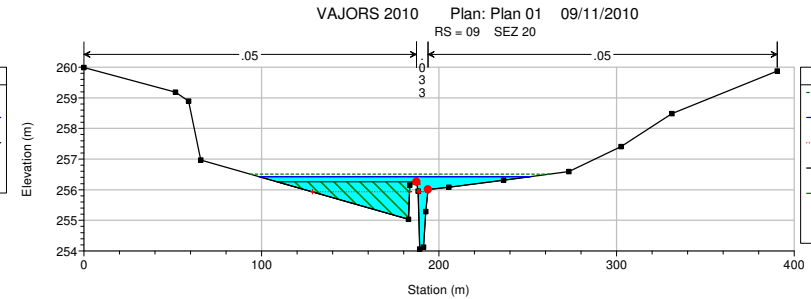
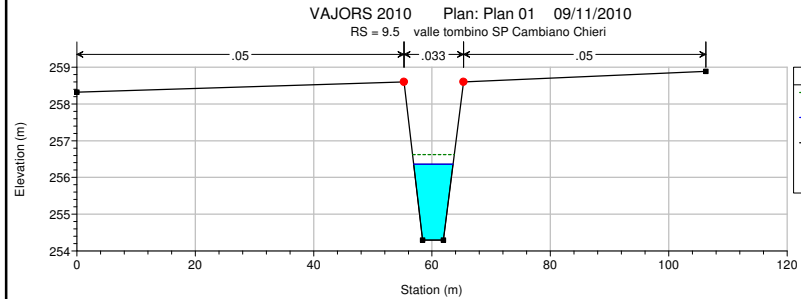
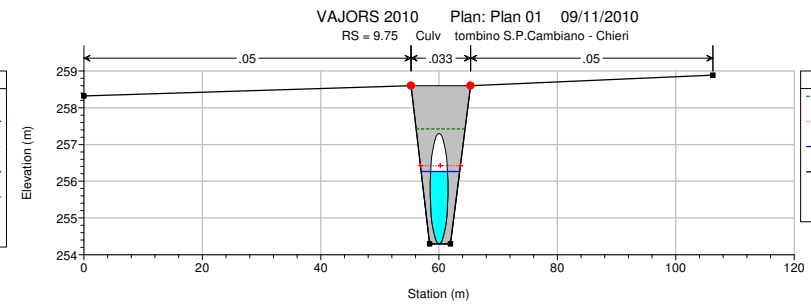
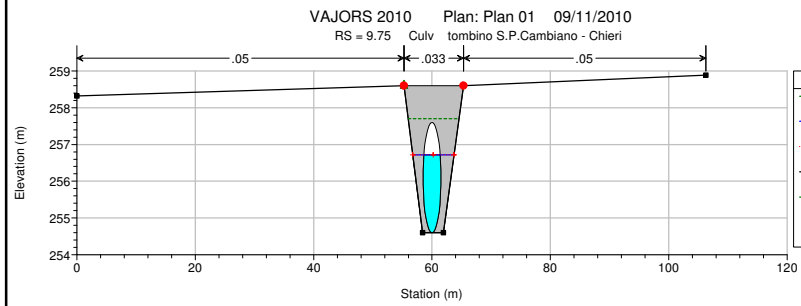
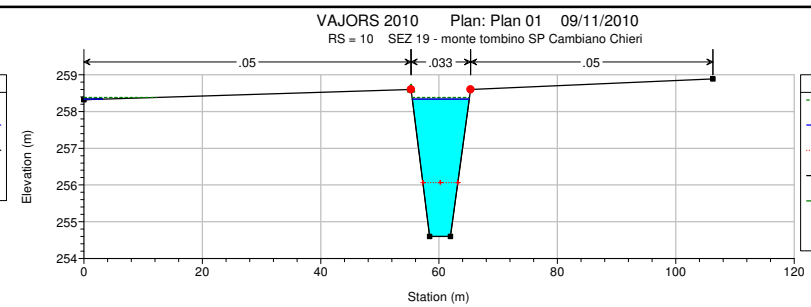
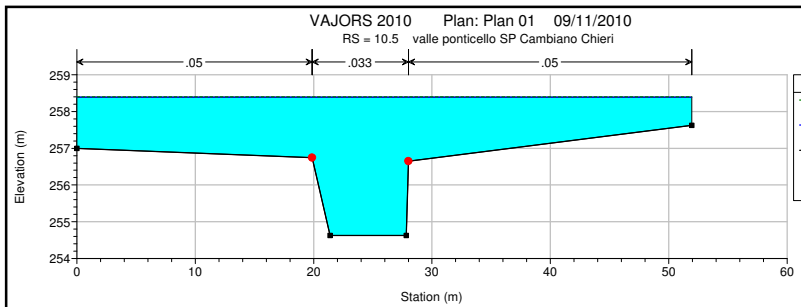


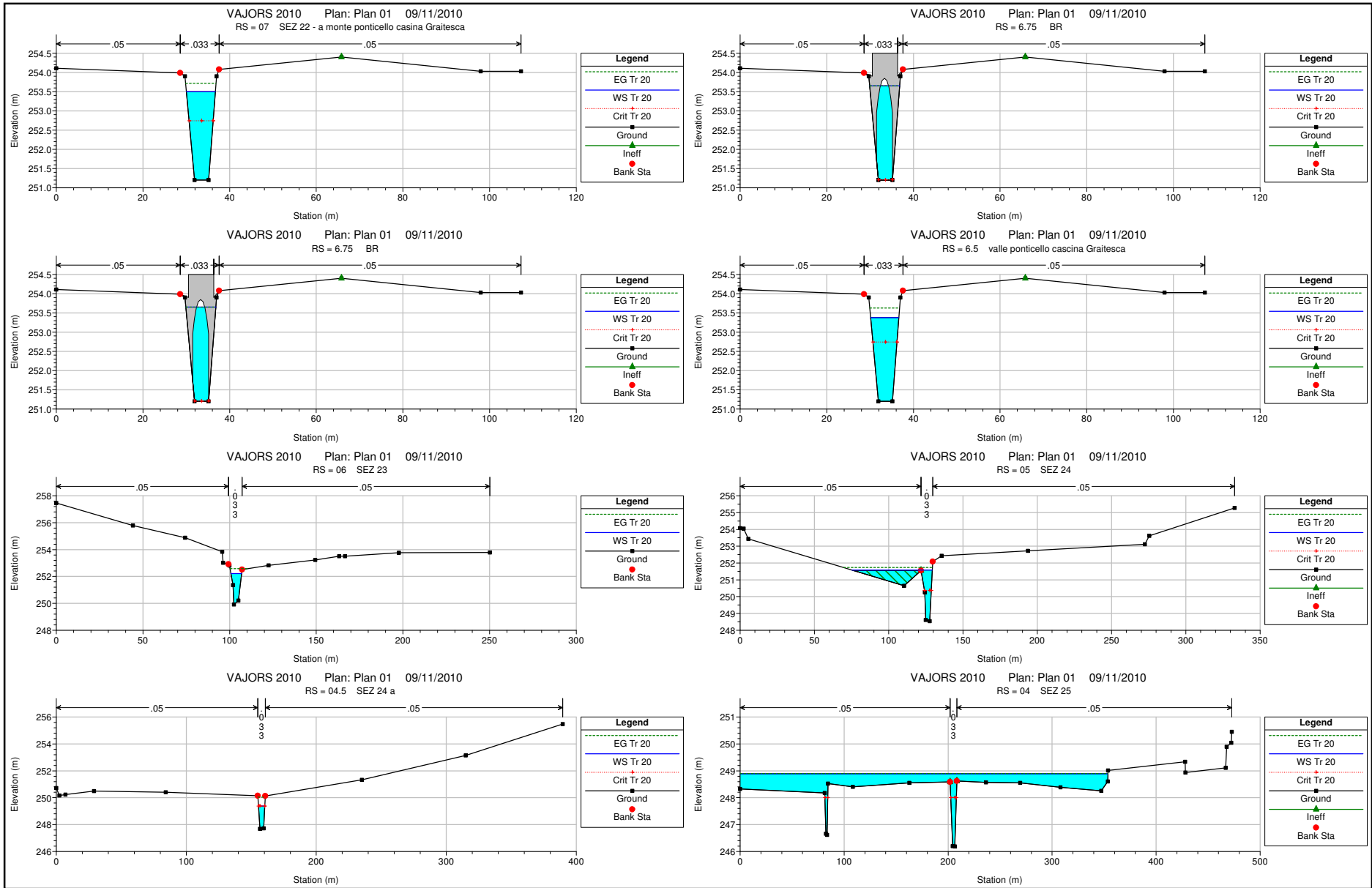


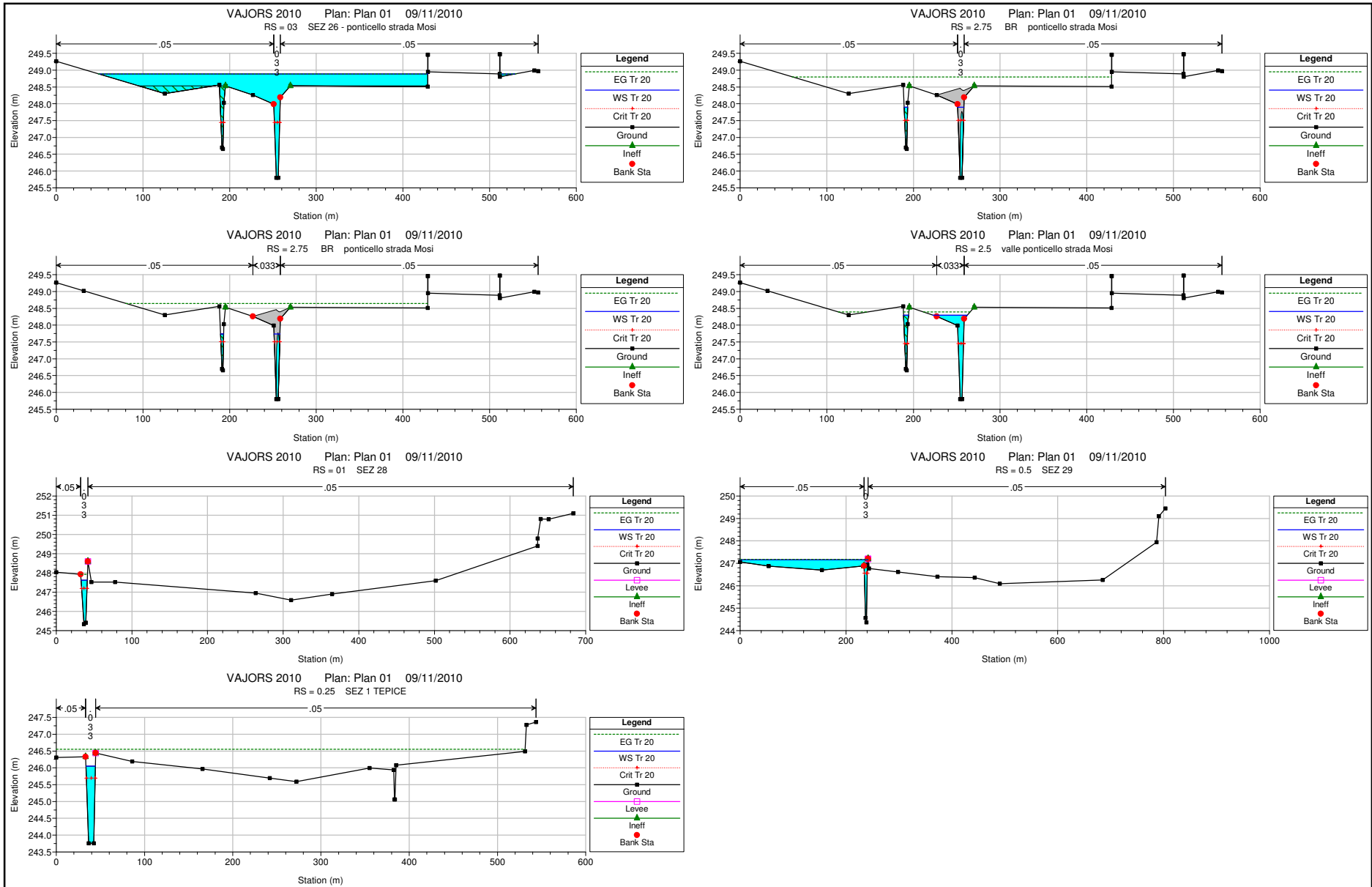


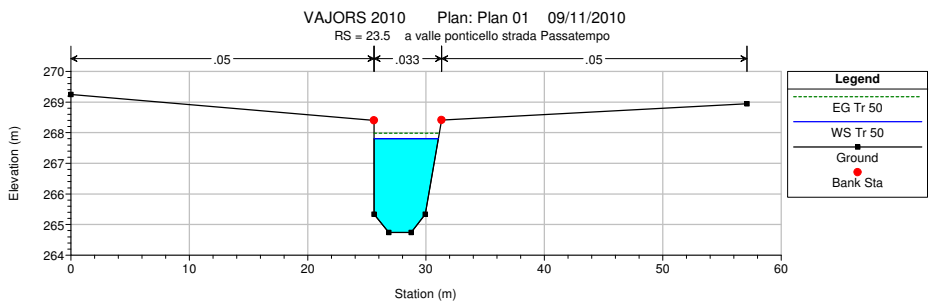
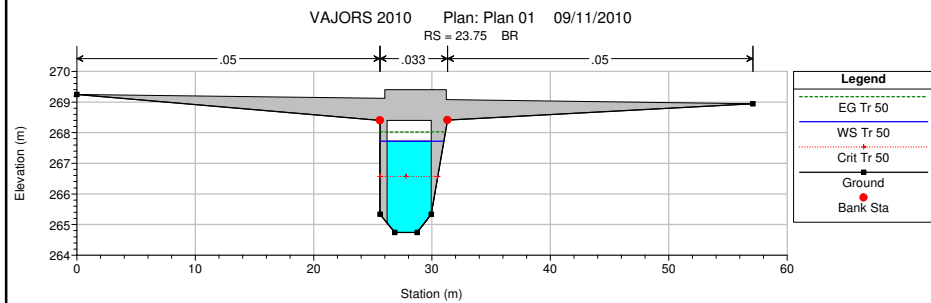
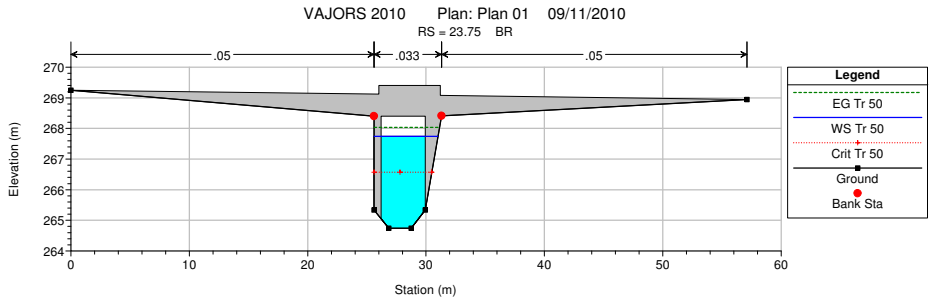
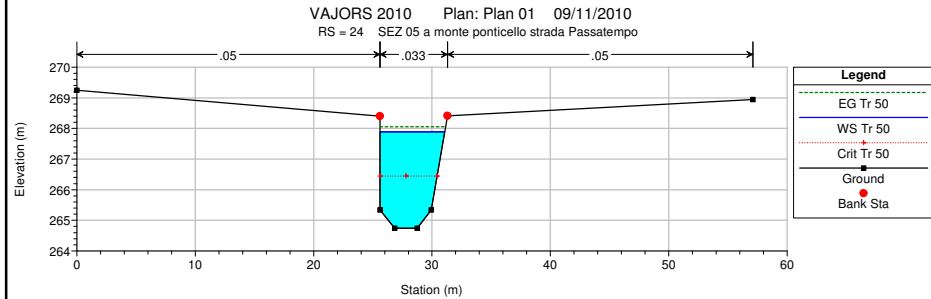
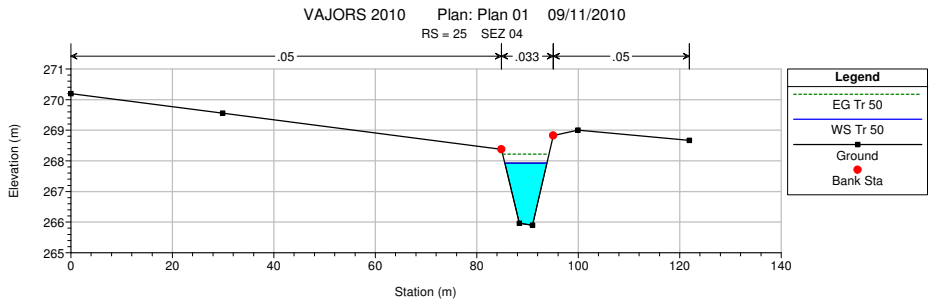
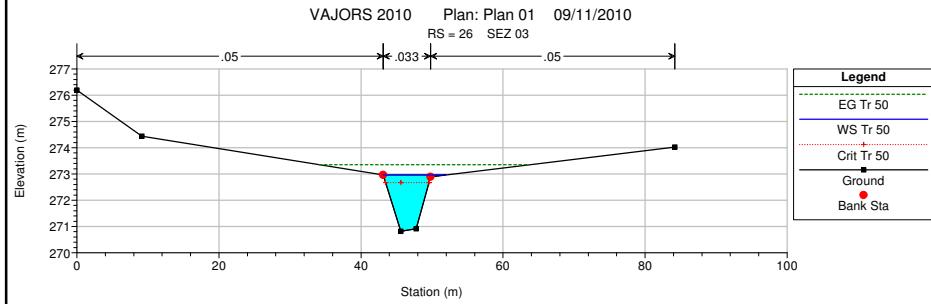
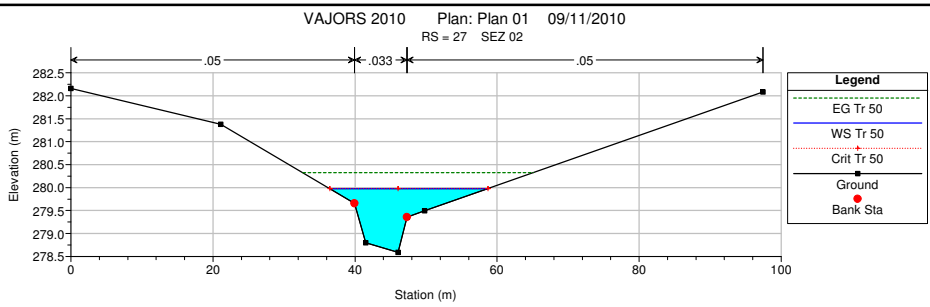
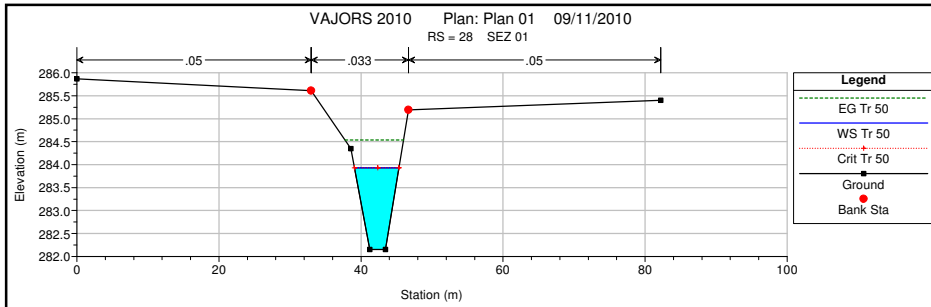


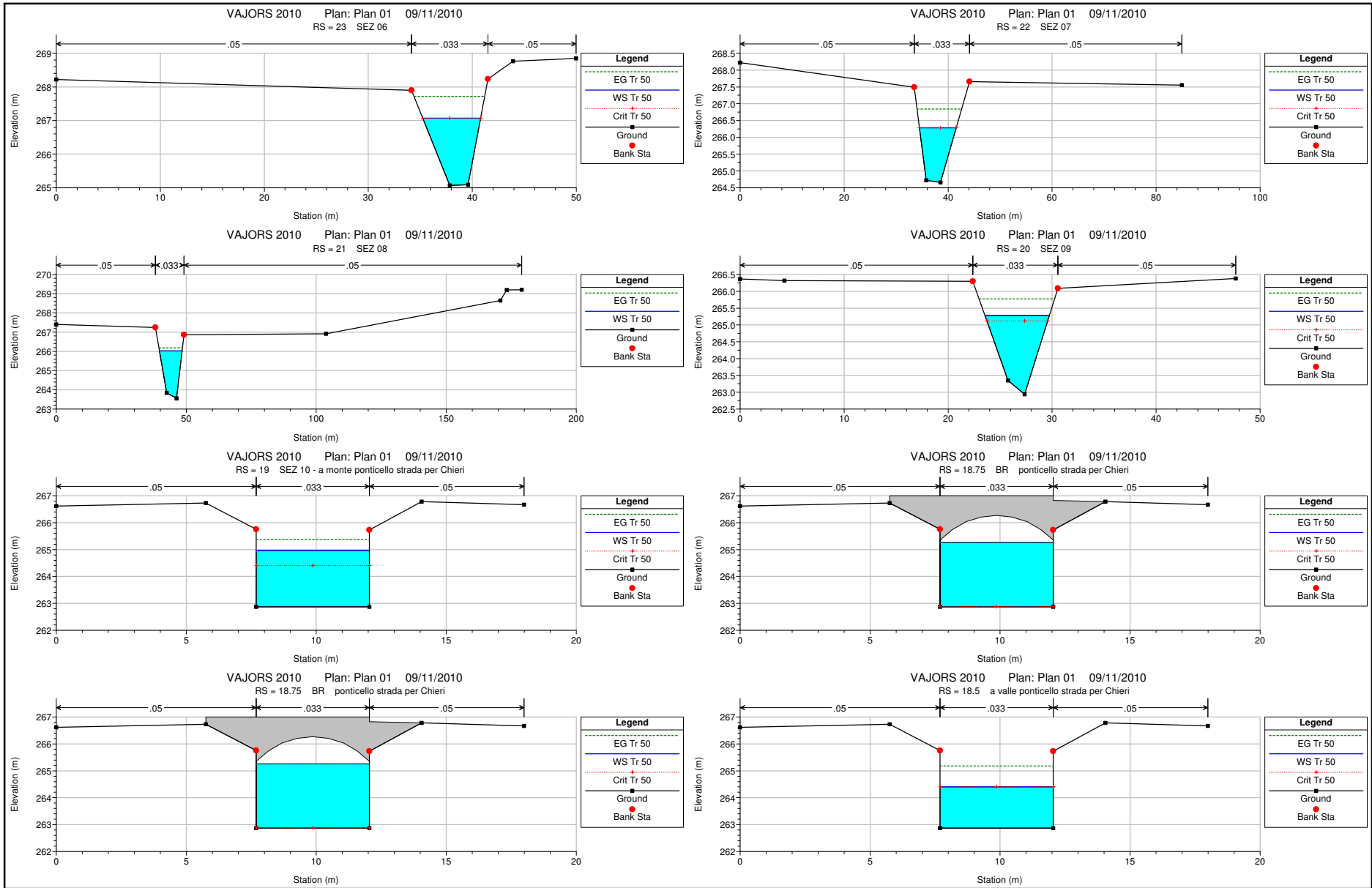


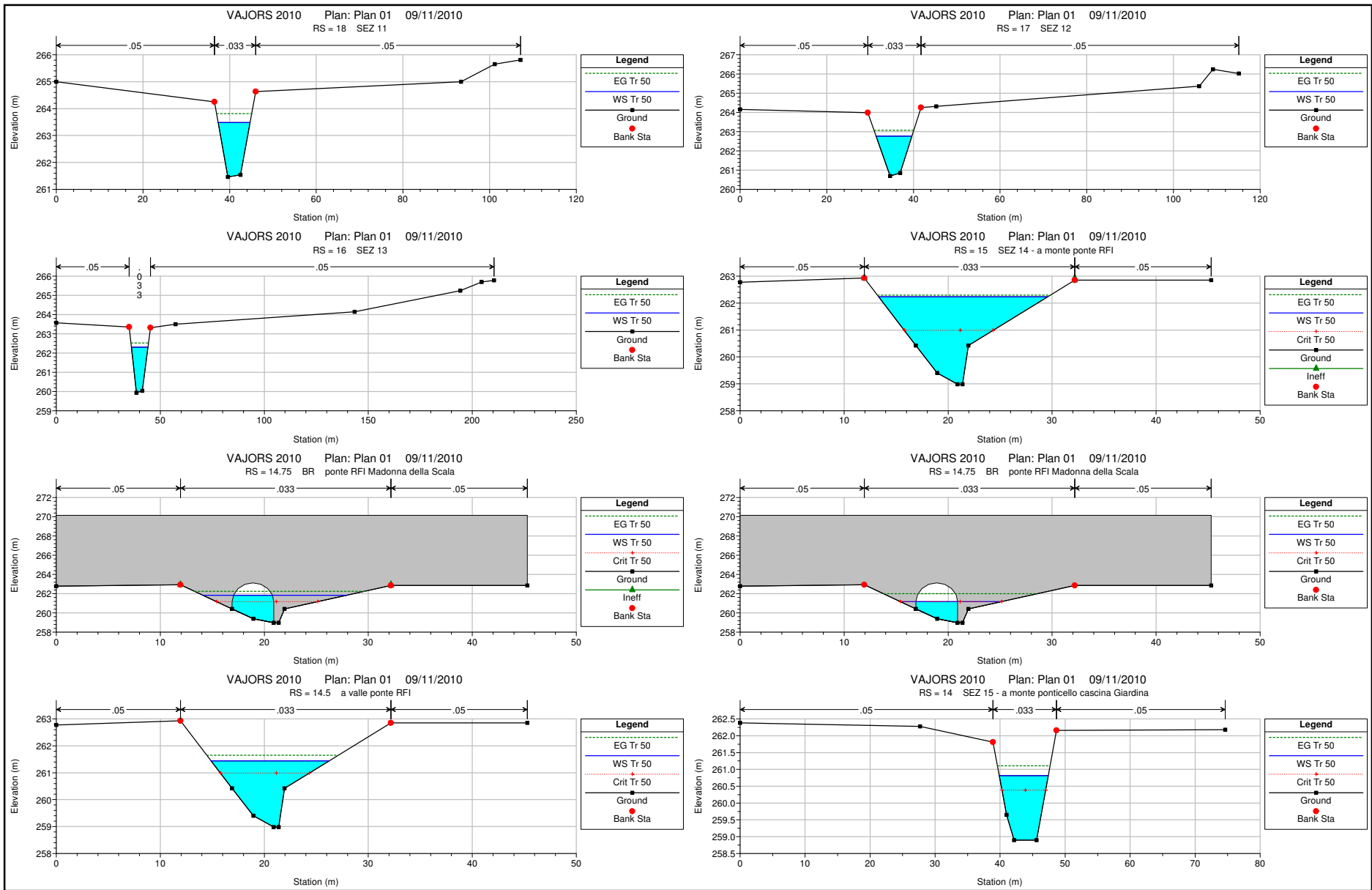


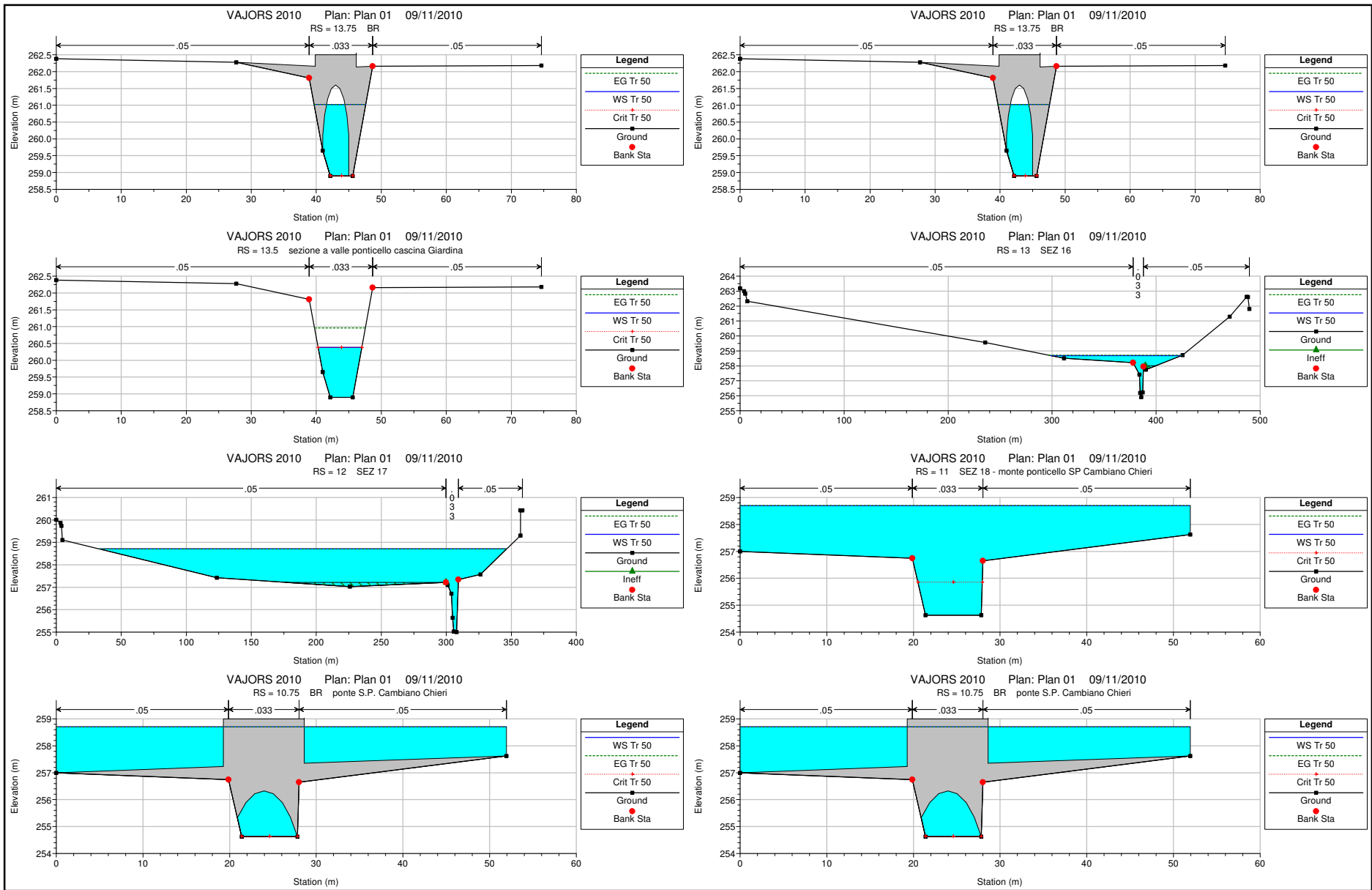


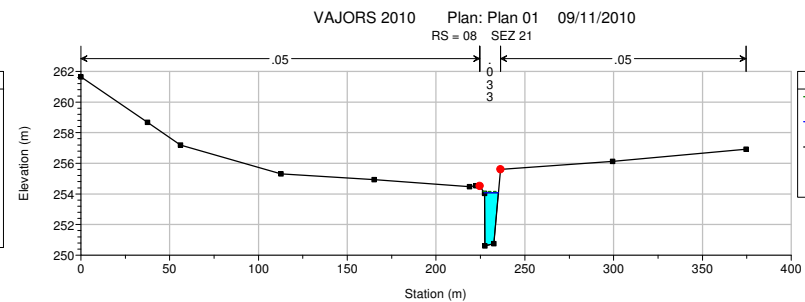
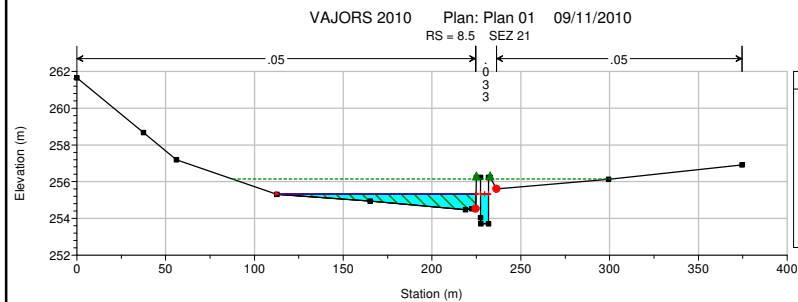
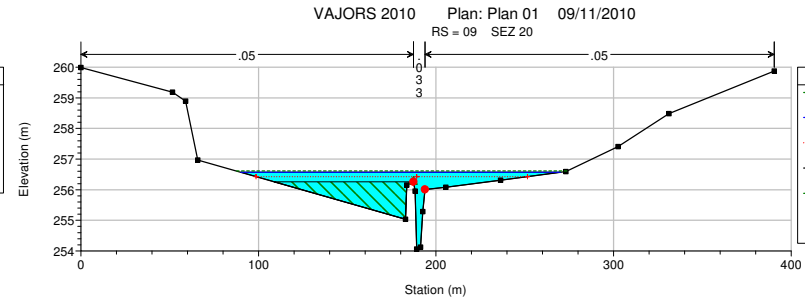
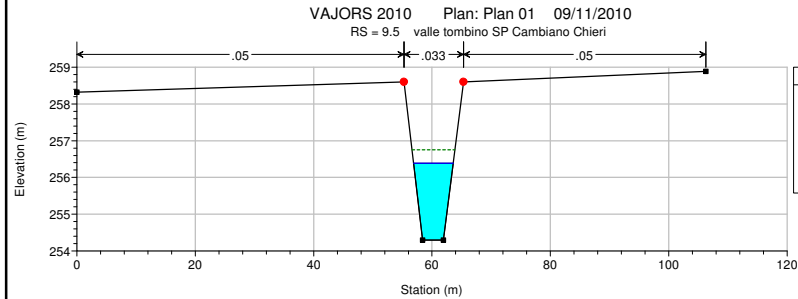
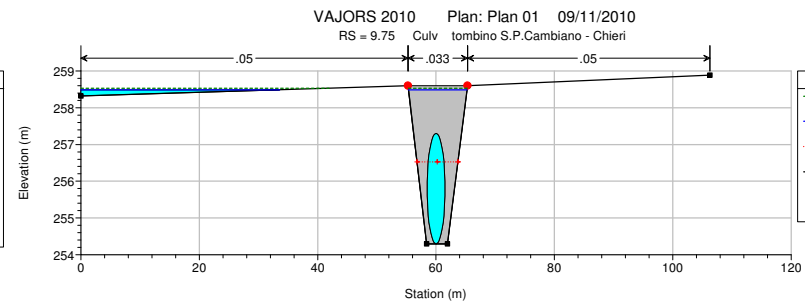
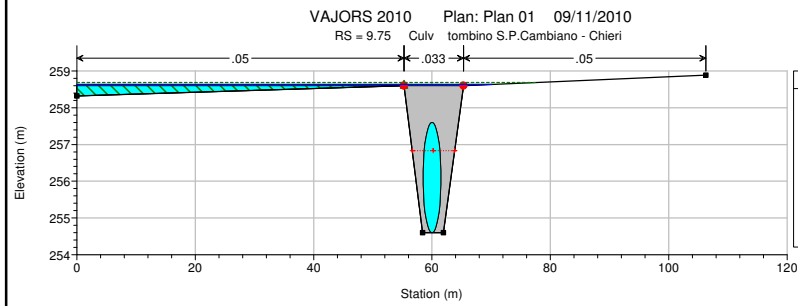
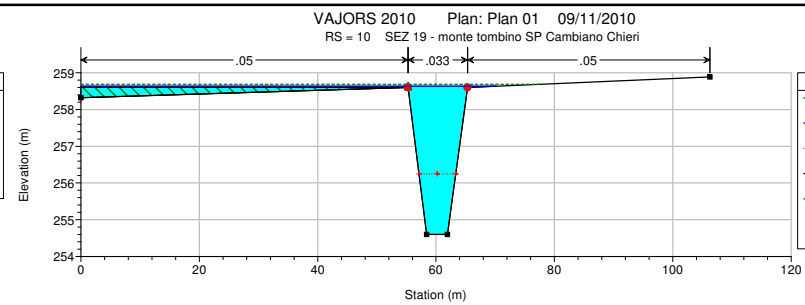
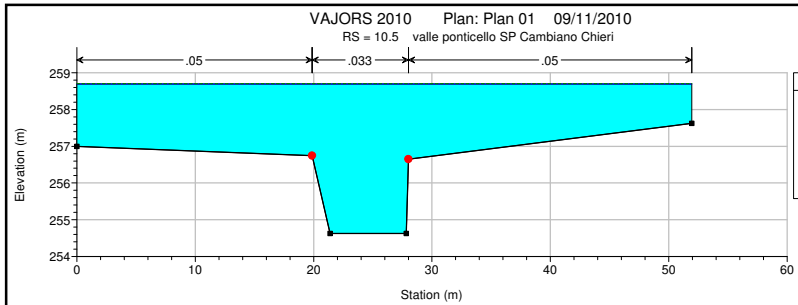


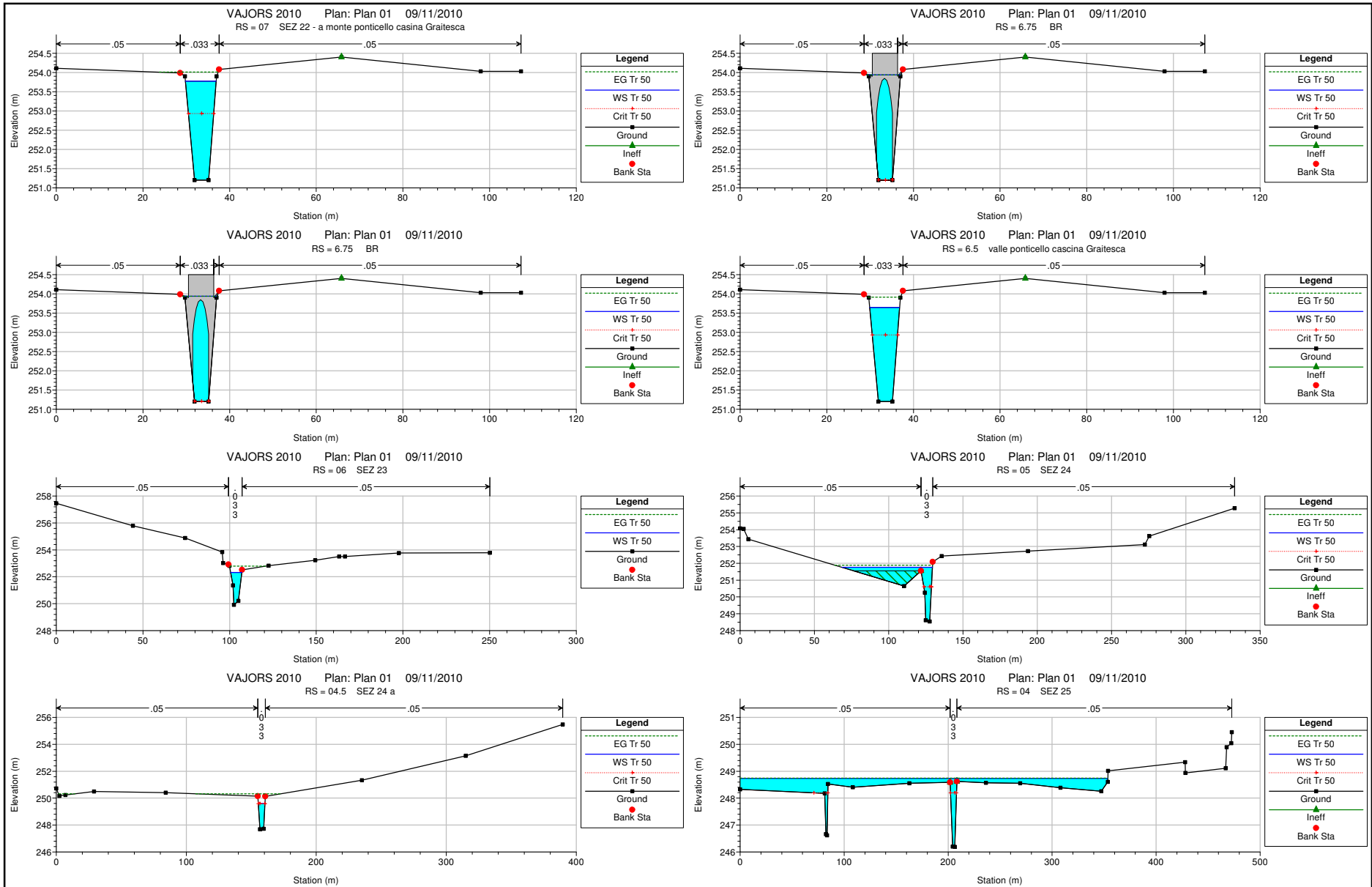


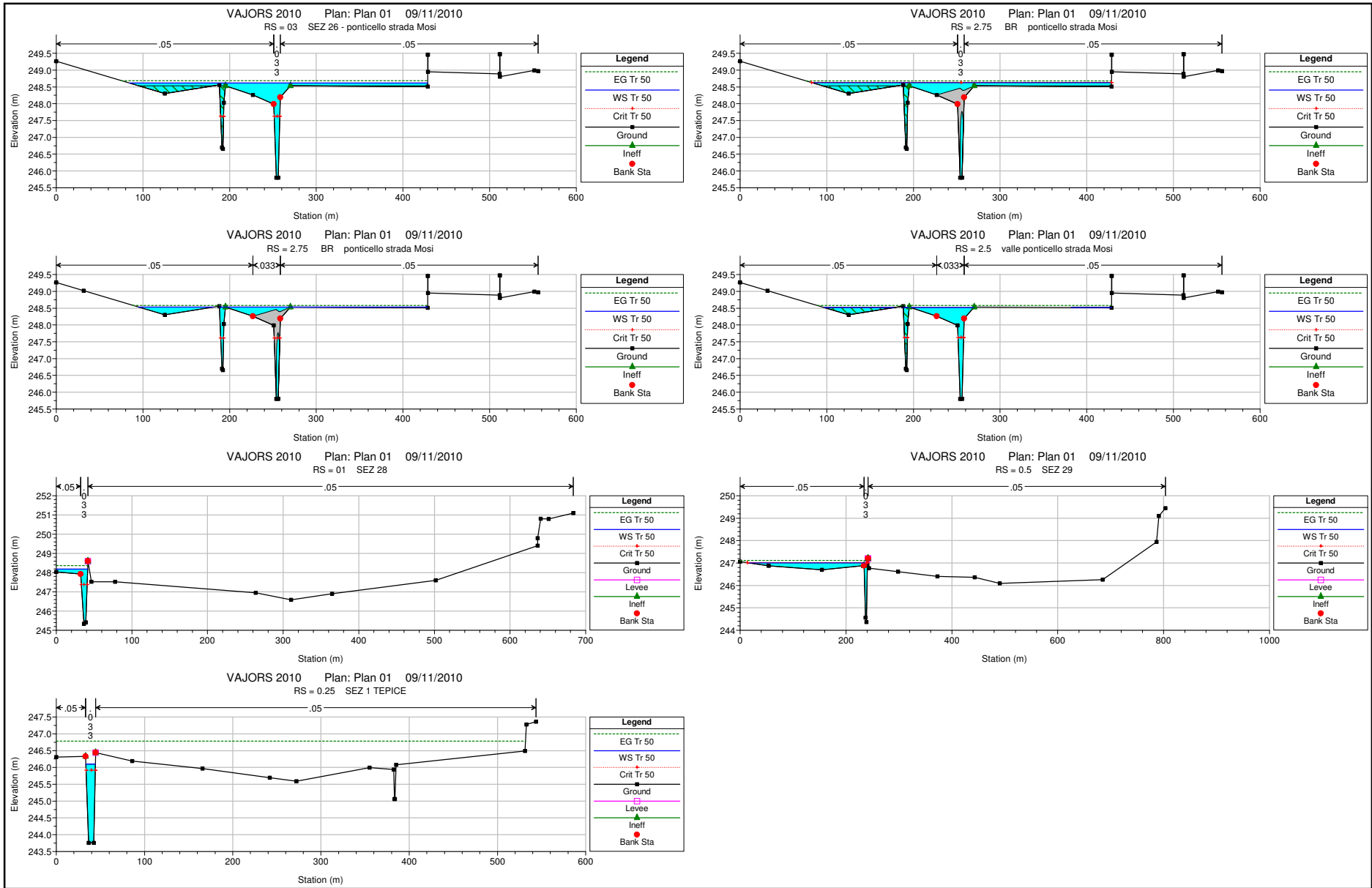


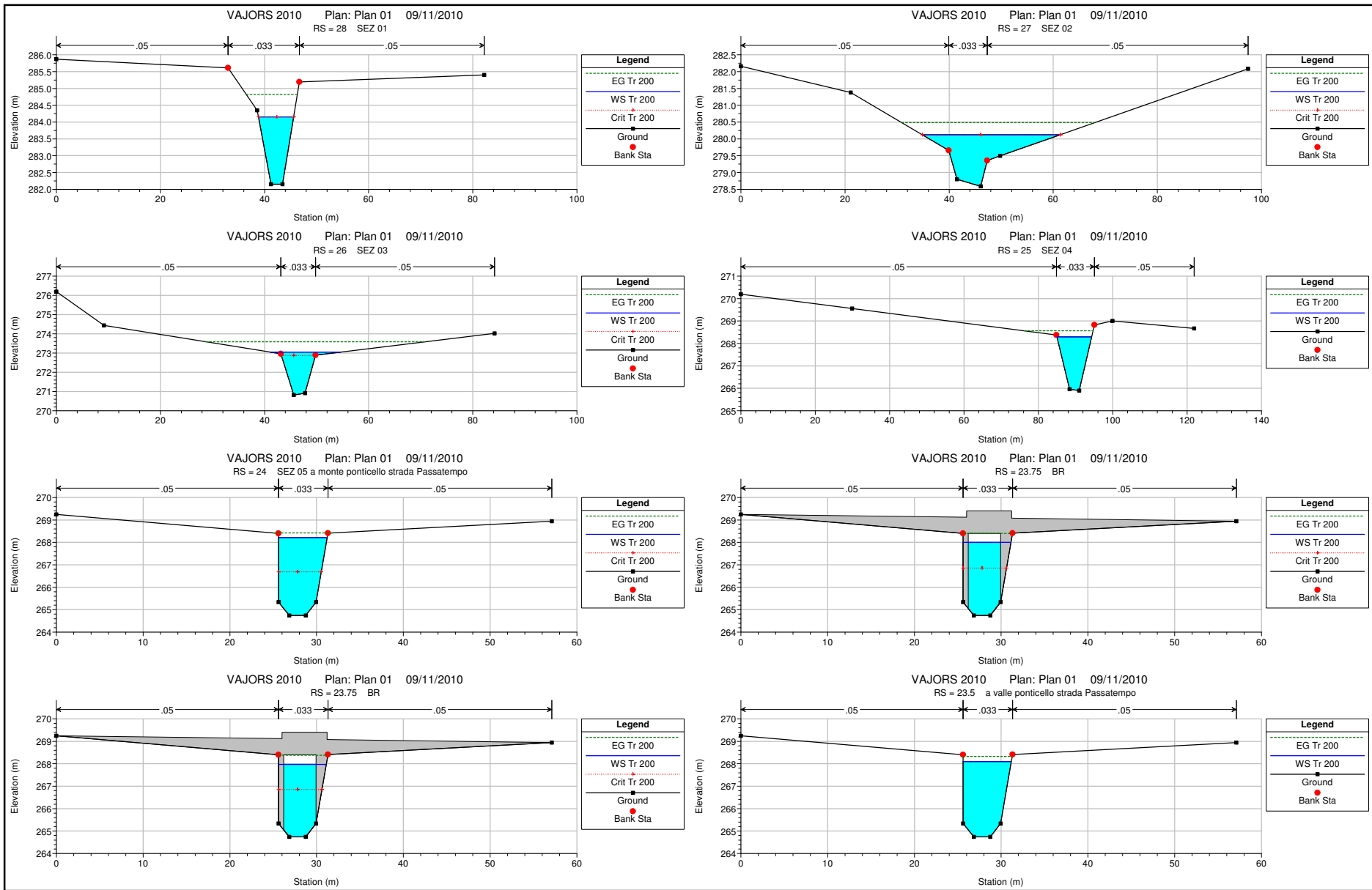


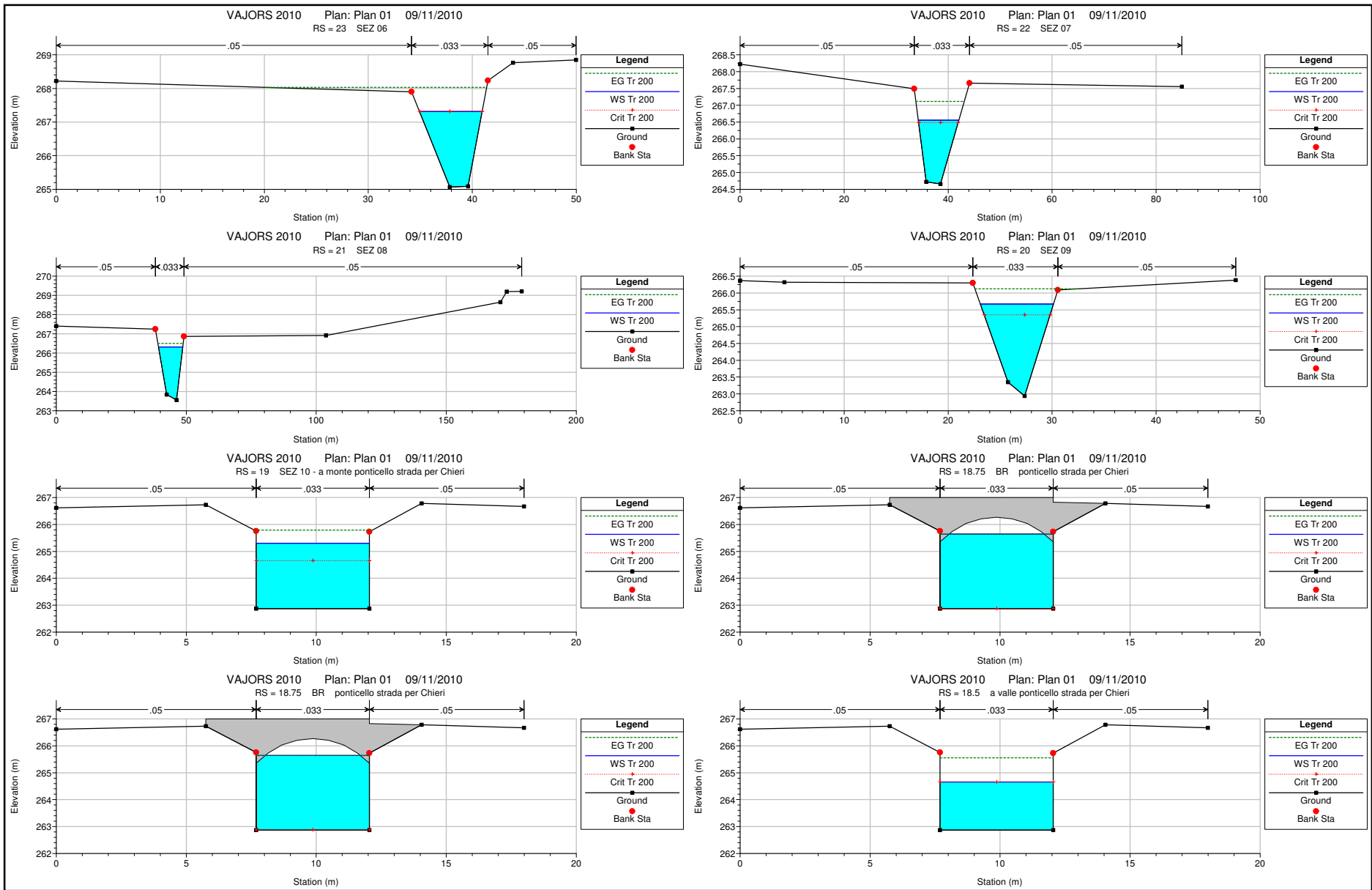


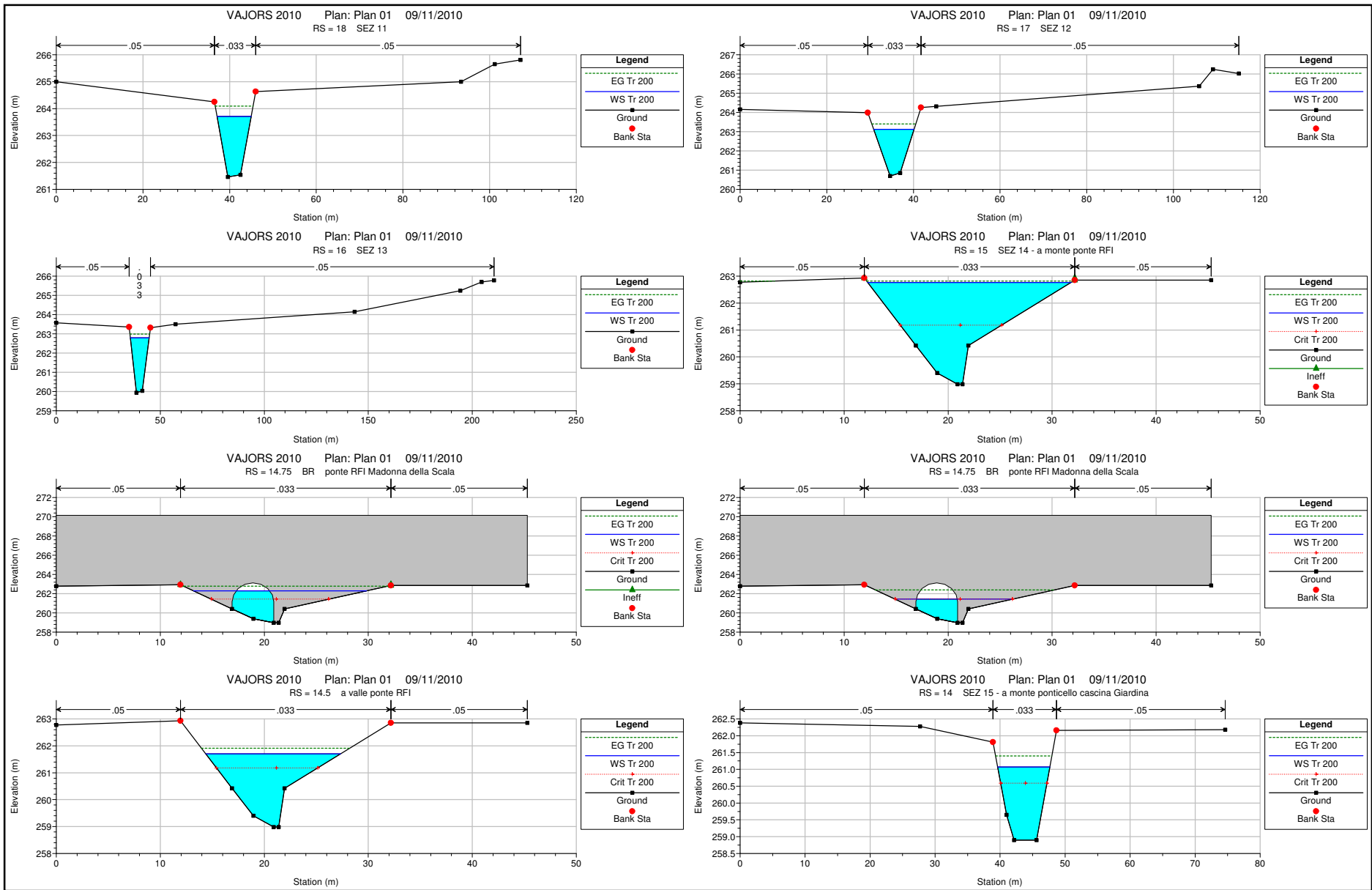


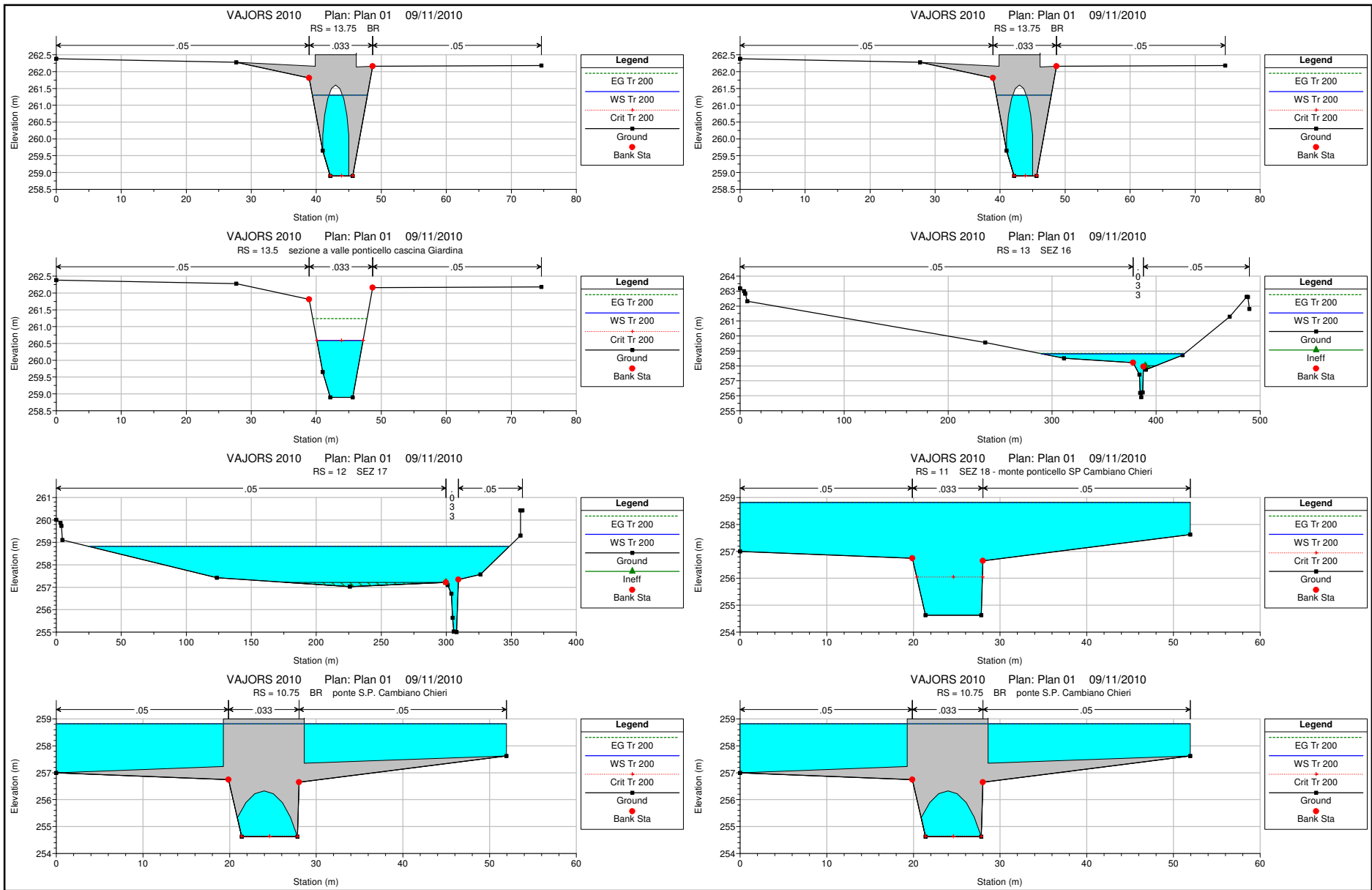


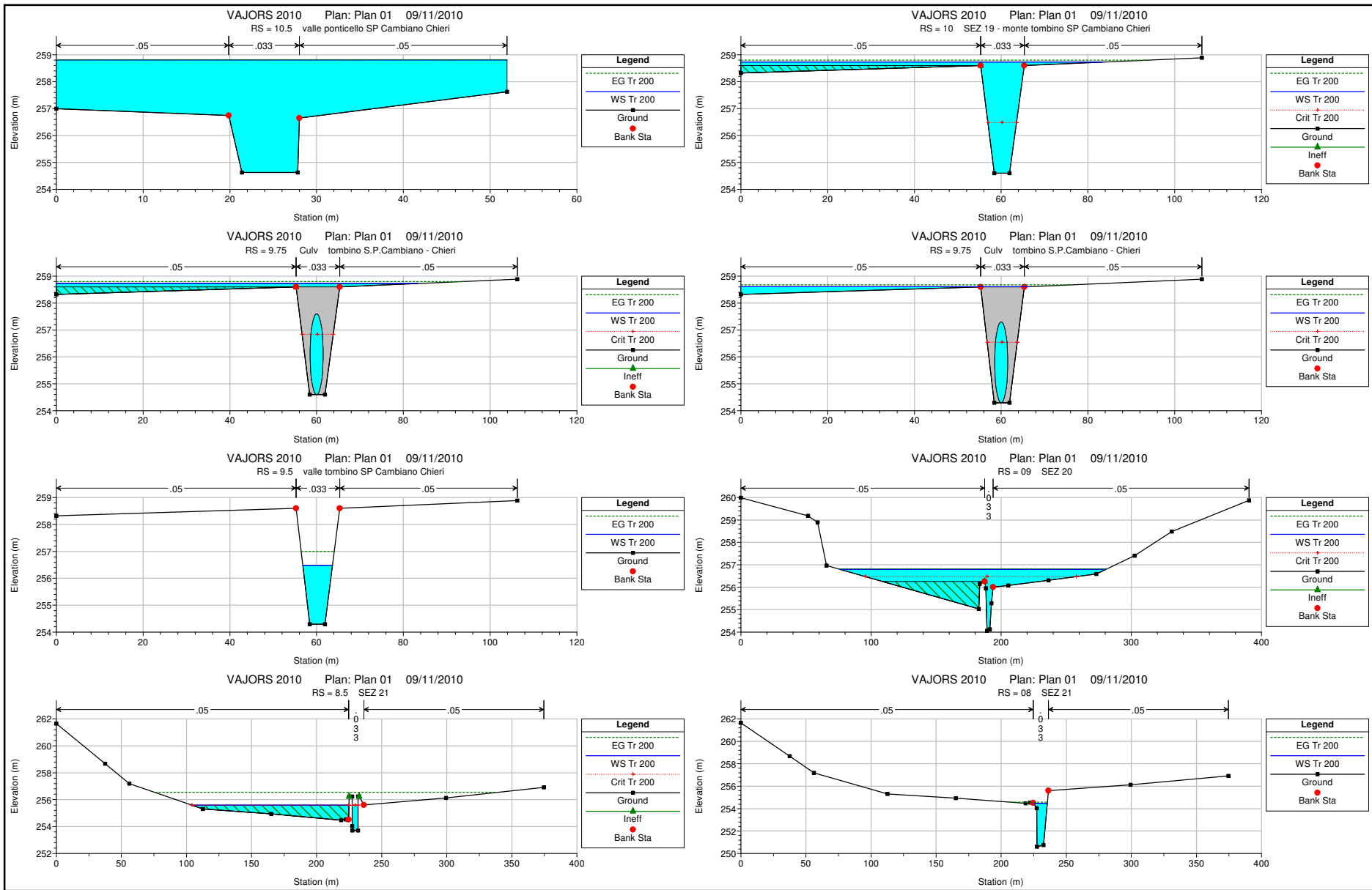


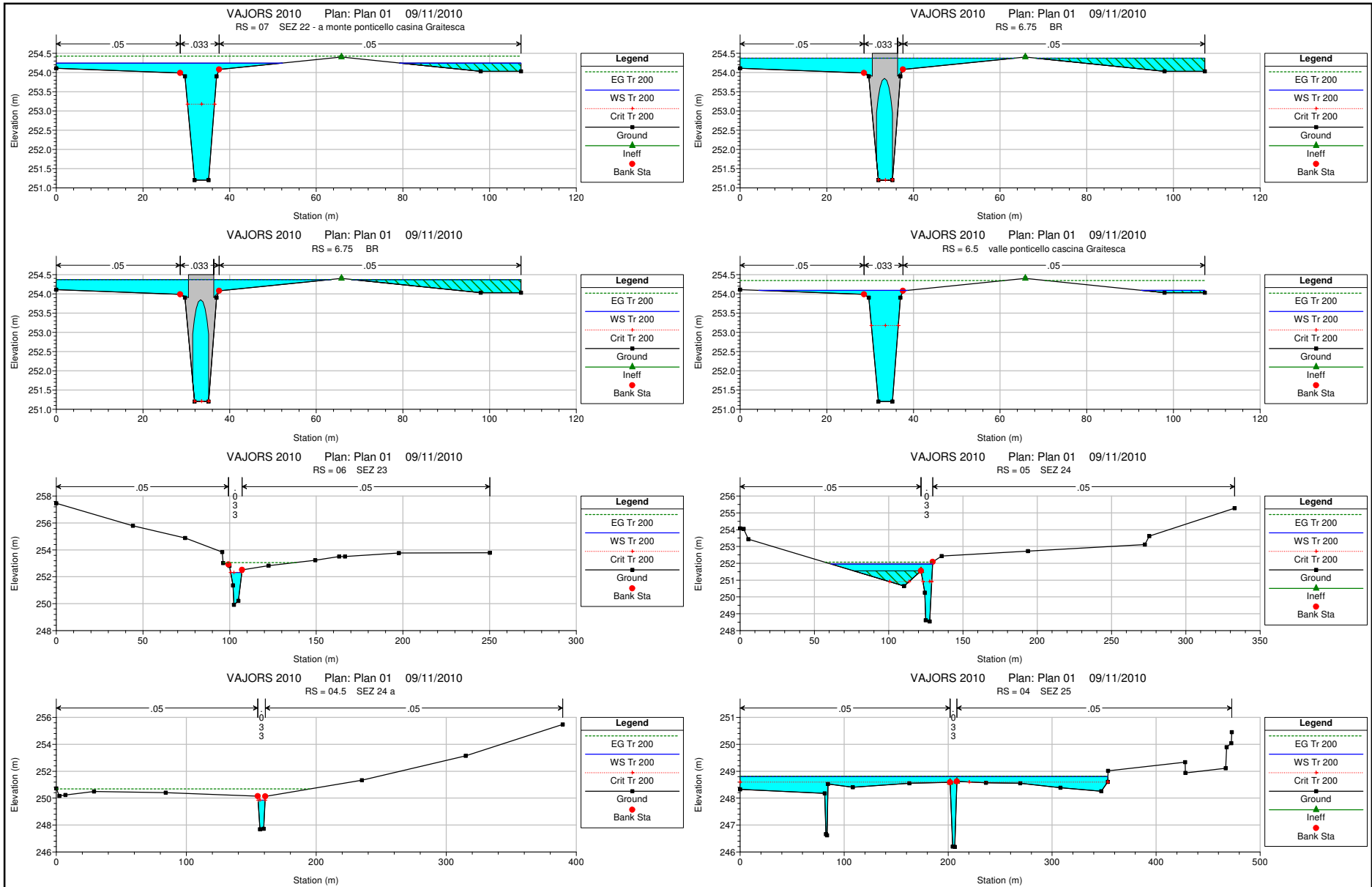


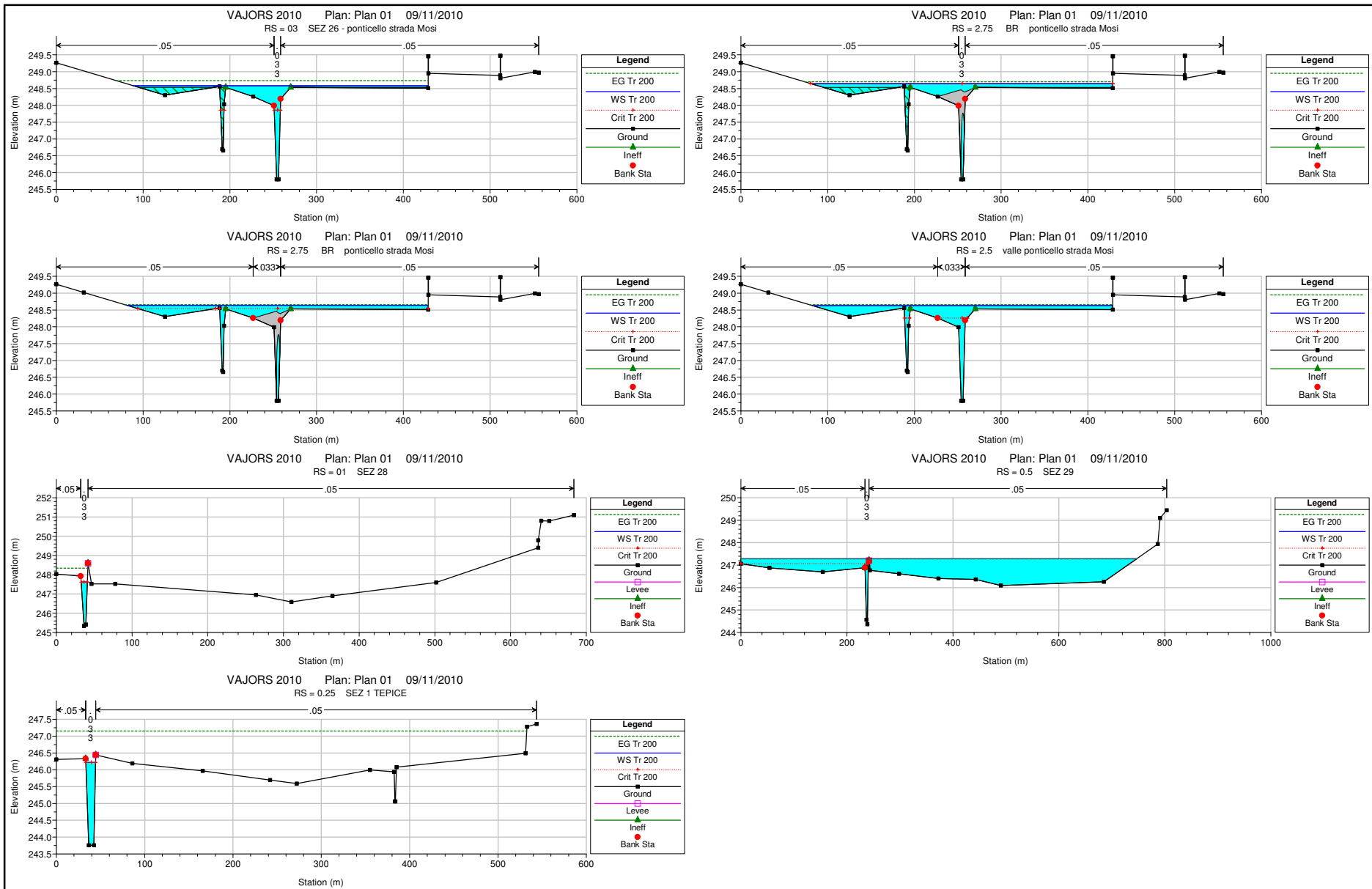


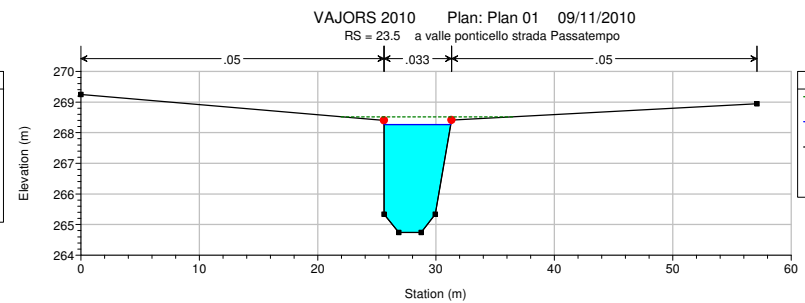
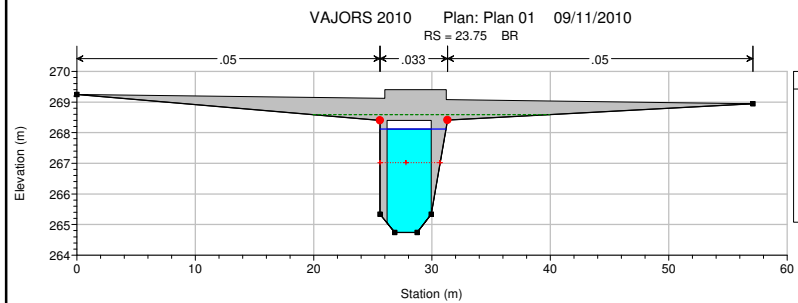
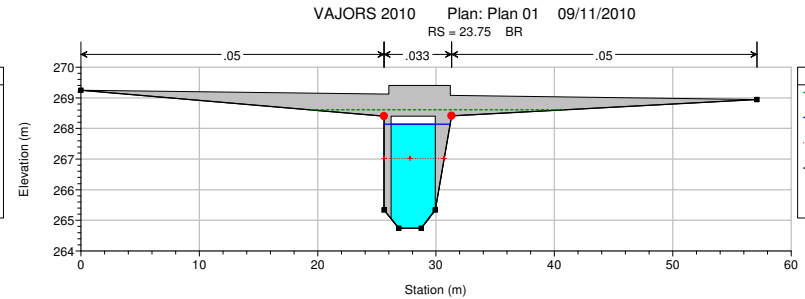
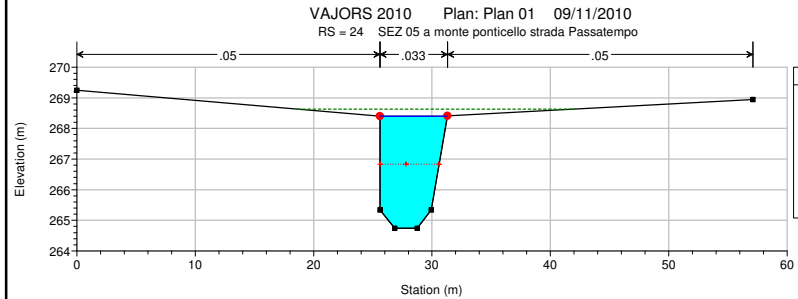
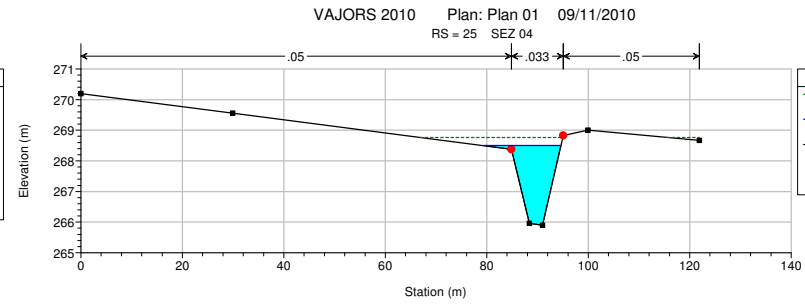
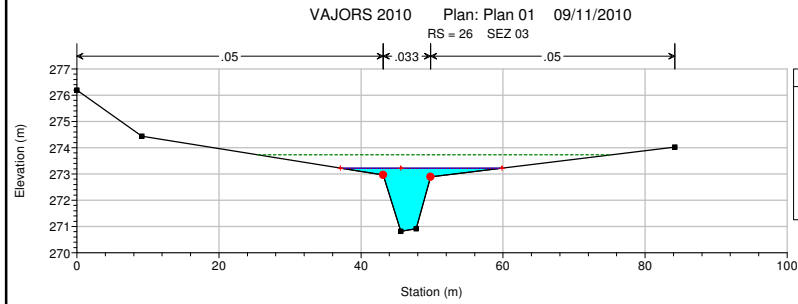
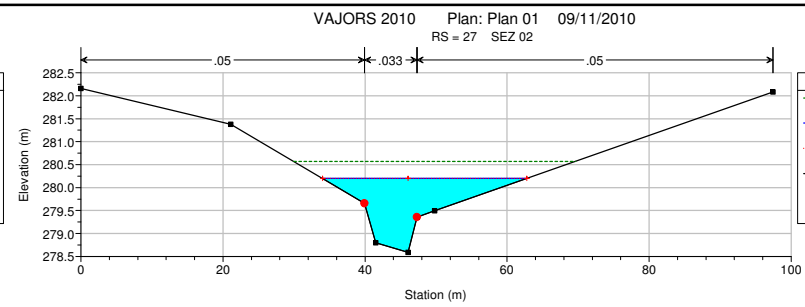
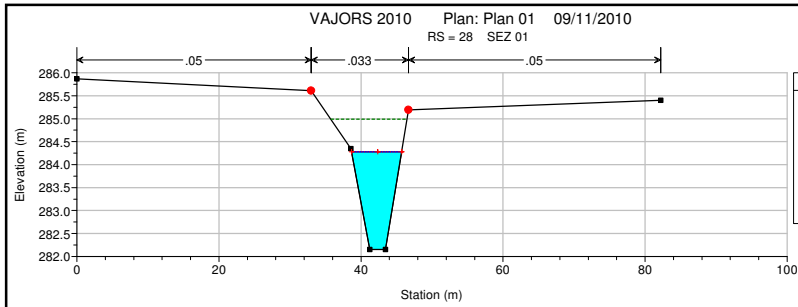


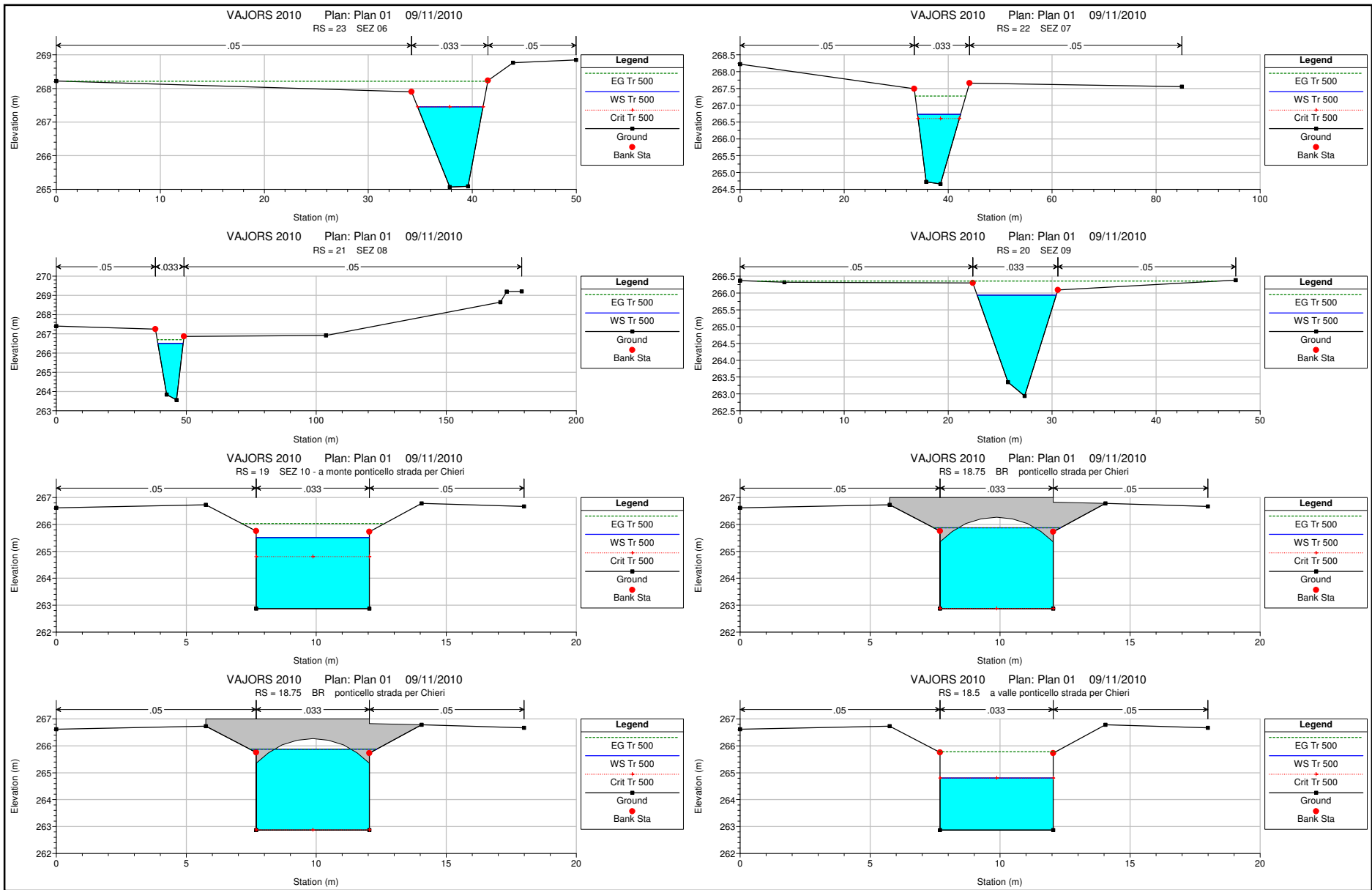


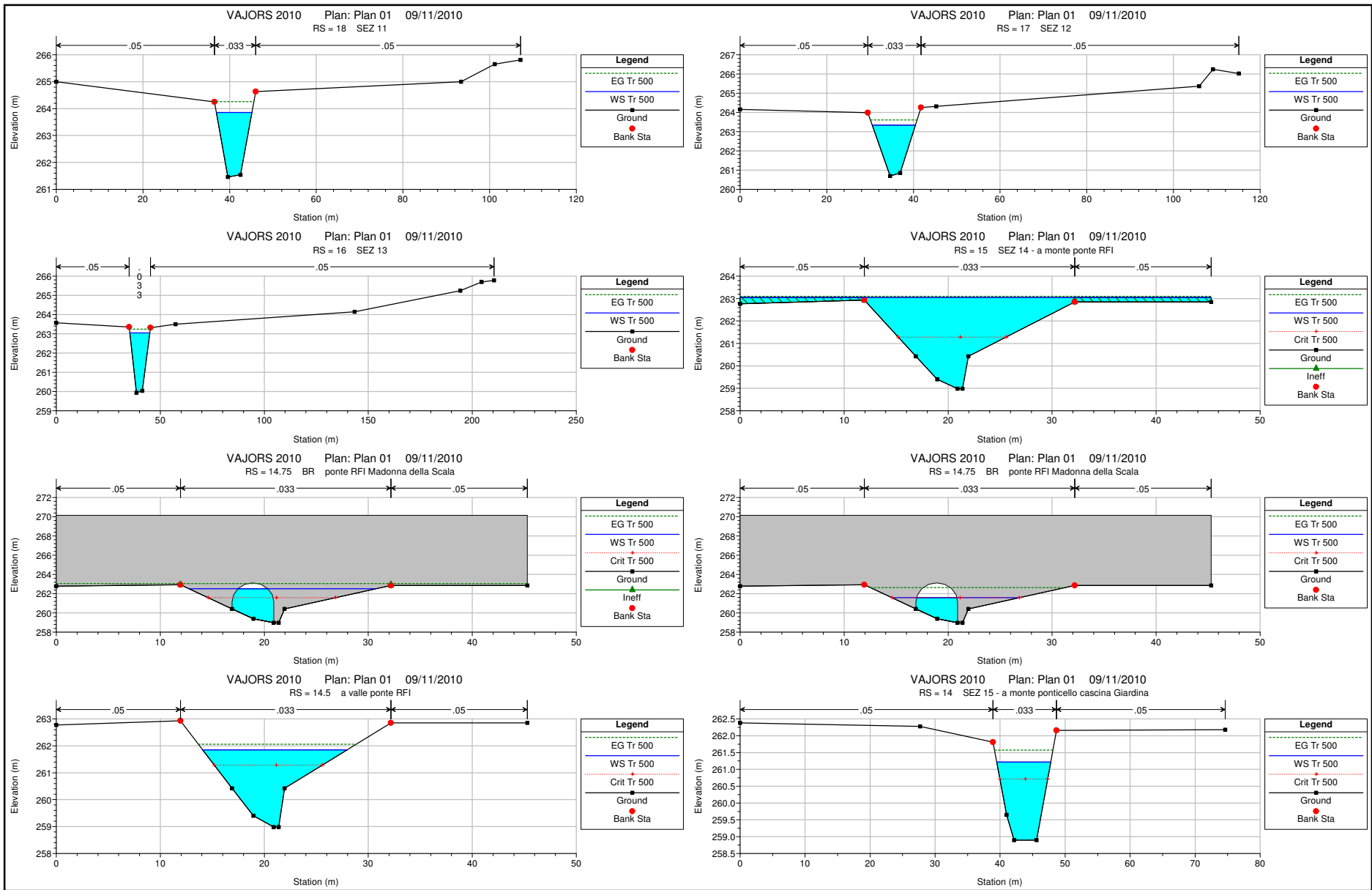


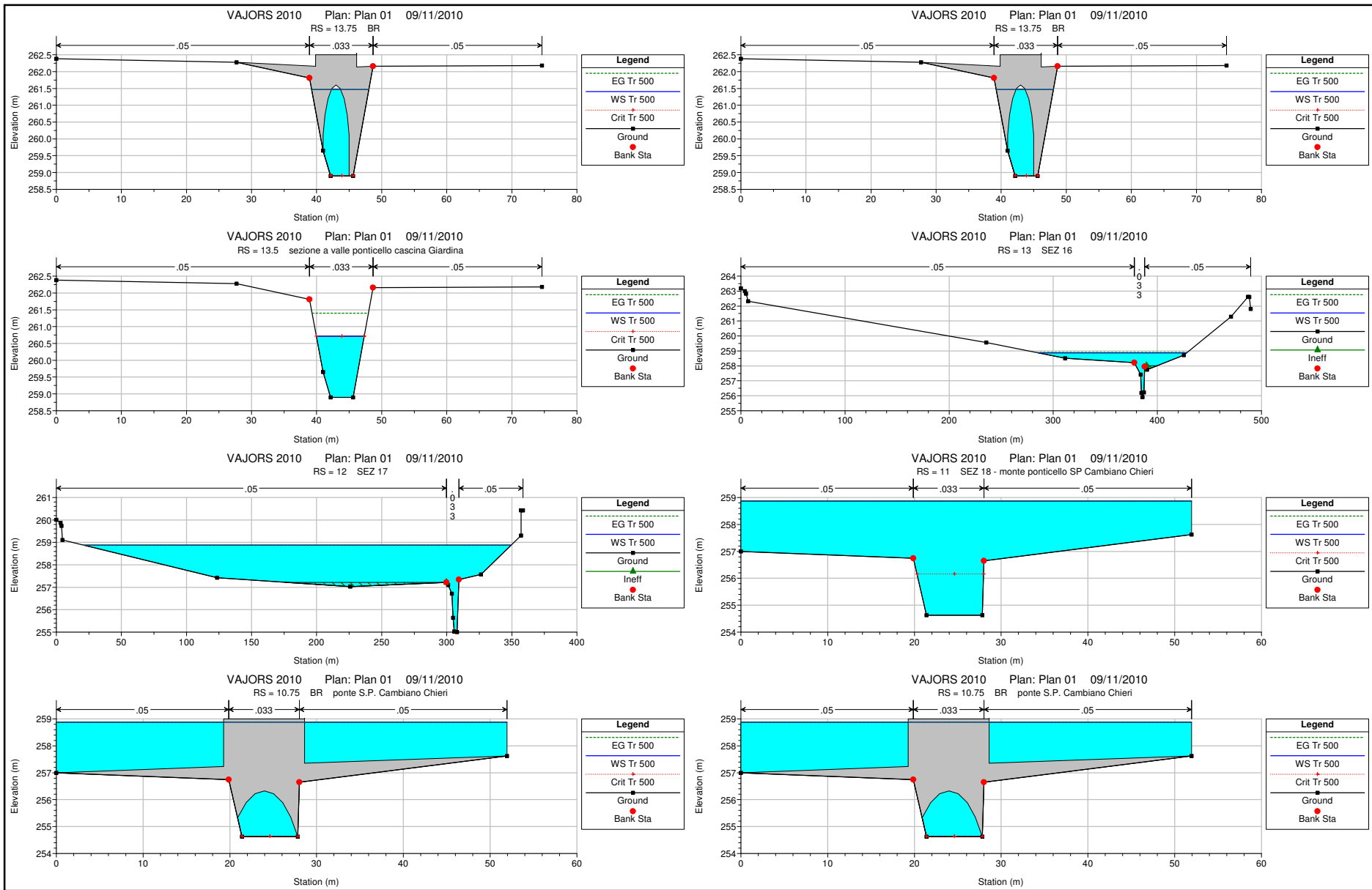


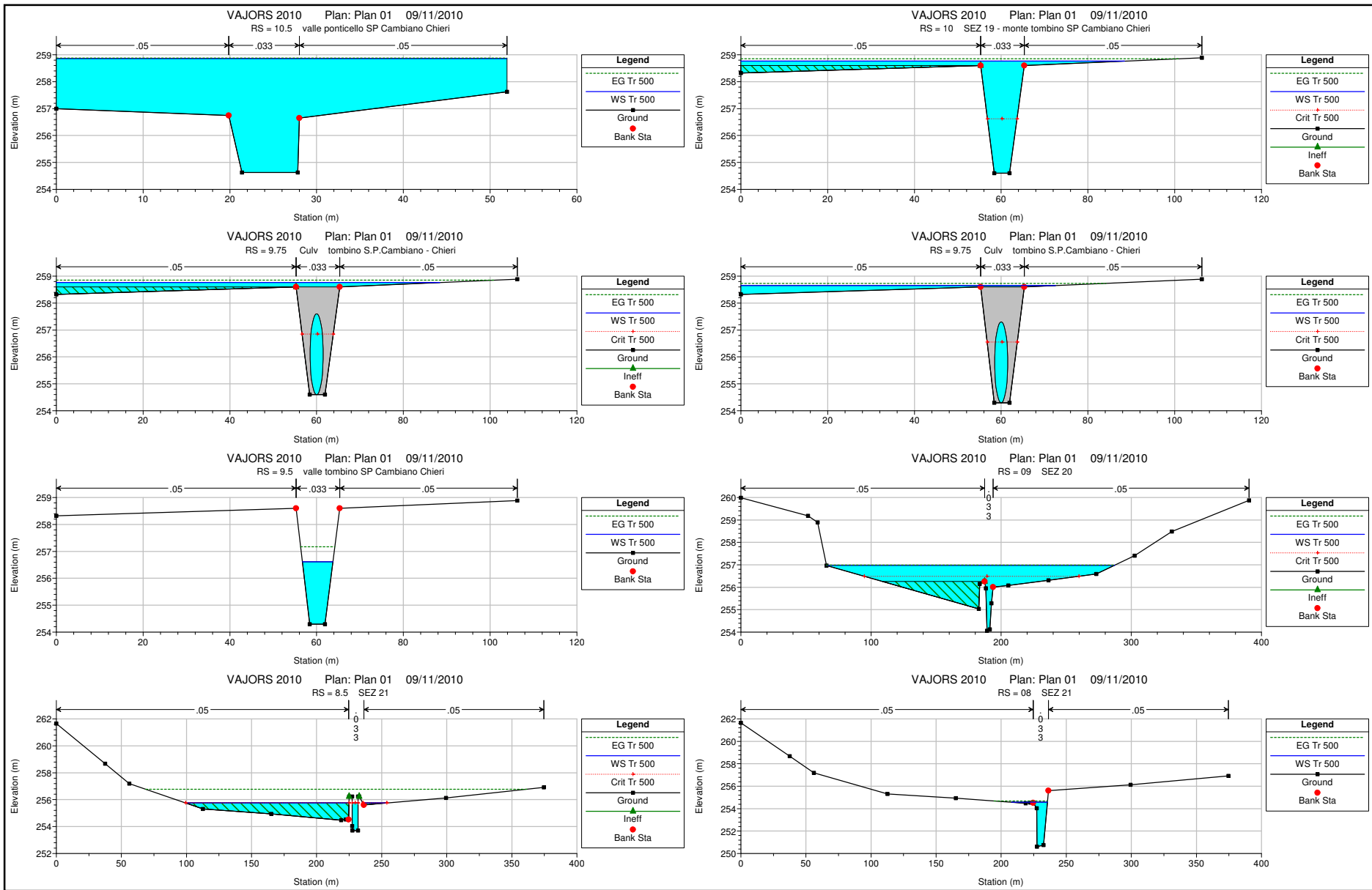


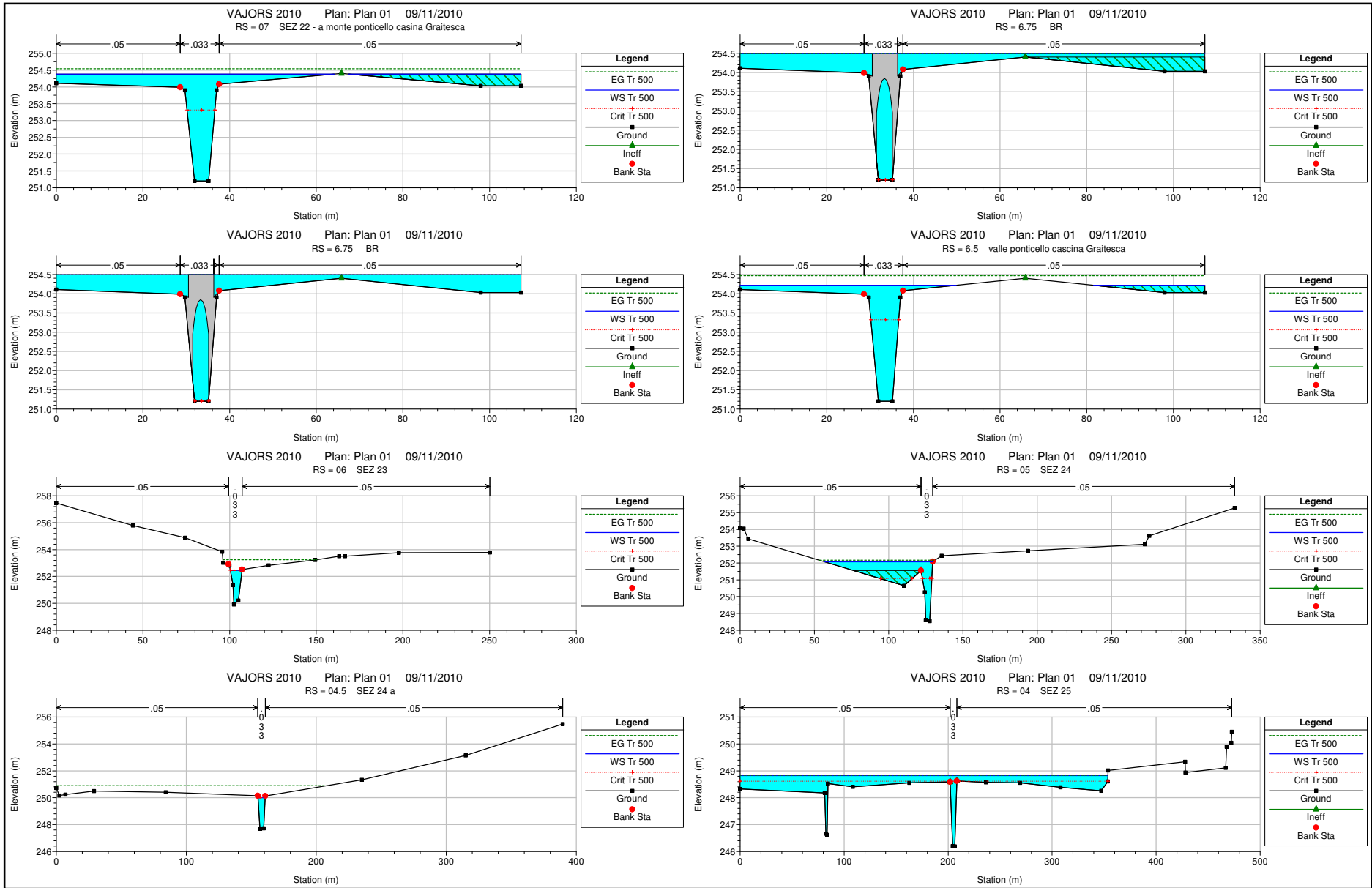


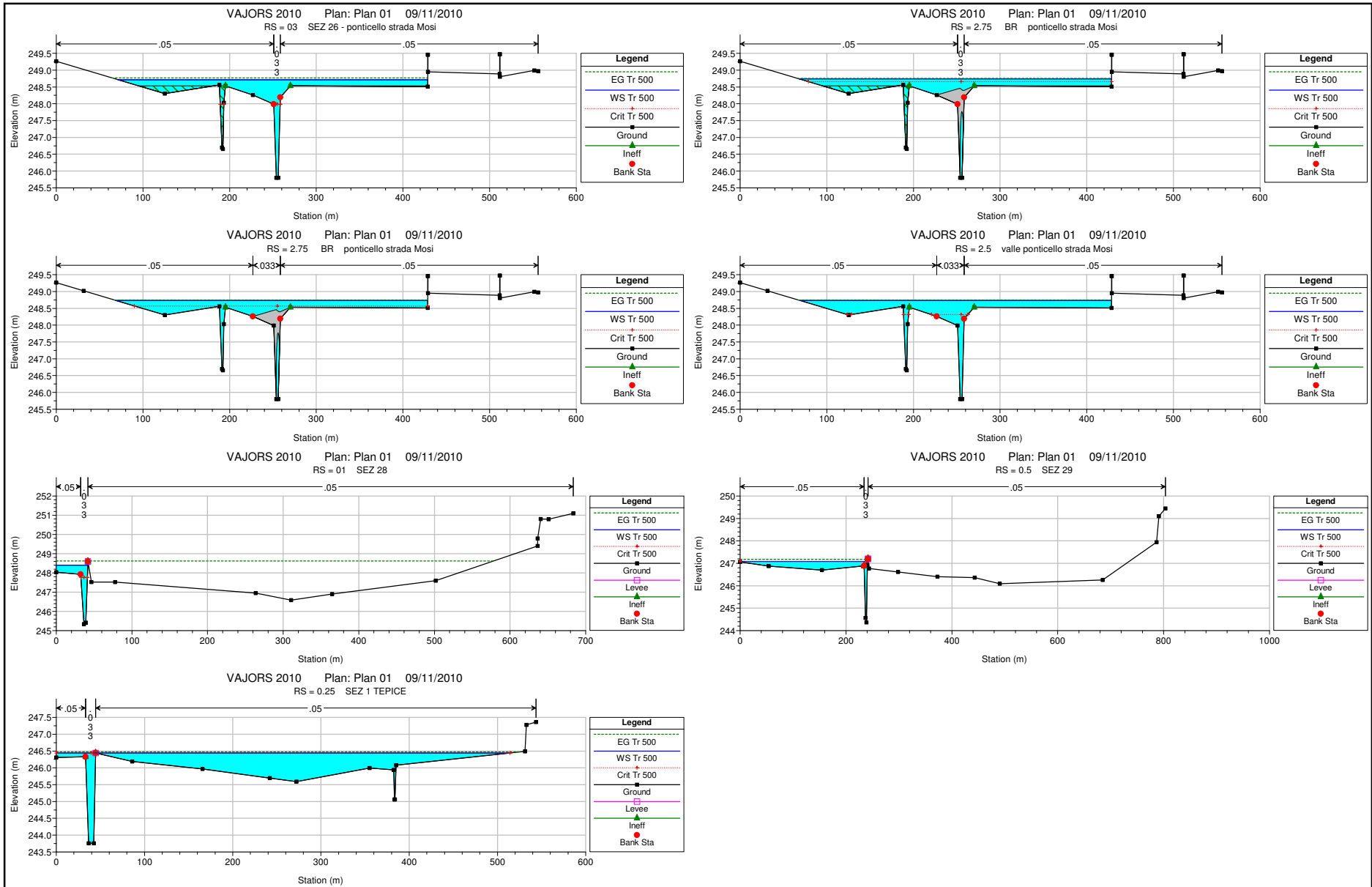












HEC-RAS Plan: Plan 01 River: VAJORS Reach: 01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	28	Tr 5	14.30	282.15	283.49	283.44	283.91	0.011828	2.84	5.03	5.27	0.93
01	28	Tr 20	21.40	282.15	283.76	283.76	284.31	0.013298	3.30	6.49	5.86	1.00
01	28	Tr 50	26.00	282.15	283.93	283.93	284.53	0.013047	3.44	7.55	6.26	1.00
01	28	Tr 100	29.30	282.15	284.05	284.05	284.68	0.012902	3.54	8.29	6.52	1.00
01	28	Tr 200	32.60	282.15	284.15	284.15	284.82	0.012788	3.62	9.00	6.77	1.00
01	28	Tr 300	34.50	282.15	284.21	284.21	284.90	0.012752	3.67	9.40	6.90	1.00
01	28	Tr 500	36.80	282.15	284.28	284.28	284.99	0.012737	3.73	9.87	7.05	1.01
01	27	Tr 5	14.30	278.59	279.61	279.61	279.93	0.010831	2.53	6.09	11.80	0.93
01	27	Tr 20	21.40	278.59	279.85	279.85	280.19	0.008552	2.69	9.75	18.50	0.86
01	27	Tr 50	26.00	278.59	279.98	279.98	280.33	0.007732	2.77	12.34	22.23	0.83
01	27	Tr 100	29.30	278.59	280.06	280.06	280.41	0.007372	2.83	14.17	24.53	0.82
01	27	Tr 200	32.60	278.59	280.13	280.13	280.49	0.007151	2.89	15.94	26.56	0.82
01	27	Tr 300	34.50	278.59	280.16	280.16	280.53	0.007072	2.93	16.92	27.63	0.82
01	27	Tr 500	36.80	278.59	280.20	280.20	280.57	0.007089	2.99	17.97	28.73	0.82
01	26	Tr 5	14.30	270.82	272.71	272.17	272.88	0.003690	1.85	7.72	6.21	0.53
01	26	Tr 20	21.40	270.82	272.88	272.88	273.18	0.005746	2.42	8.83	6.59	0.67
01	26	Tr 50	26.00	270.82	272.96	272.67	273.35	0.007128	2.78	9.44	8.82	0.75
01	26	Tr 100	29.30	270.82	273.01	272.78	273.47	0.008074	3.02	9.92	11.35	0.80
01	26	Tr 200	32.60	270.82	273.05	272.88	273.59	0.009045	3.26	10.44	13.55	0.85
01	26	Tr 300	34.50	270.82	273.07	272.98	273.65	0.009603	3.39	10.75	14.73	0.88
01	26	Tr 500	36.80	270.82	273.22	273.22	273.73	0.007538	3.20	13.58	22.74	0.79
01	25	Tr 5	14.30	265.90	267.10	267.10	267.52	0.013368	2.88	4.96	5.91	1.00
01	25	Tr 20	21.40	265.90	267.64	267.95	267.95	0.006731	2.50	8.58	7.45	0.74
01	25	Tr 50	26.00	265.90	267.93	268.22	268.22	0.005218	2.39	10.88	8.28	0.66
01	25	Tr 100	29.30	265.90	268.12	268.40	268.40	0.004589	2.35	12.48	8.81	0.63
01	25	Tr 200	32.60	265.90	268.29	268.57	268.57	0.004126	2.32	14.05	9.30	0.60
01	25	Tr 300	34.50	265.90	268.39	268.66	268.66	0.003905	2.31	14.95	9.88	0.59
01	25	Tr 500	36.80	265.90	268.50	268.77	268.77	0.003588	2.29	16.37	15.28	0.57
01	24	Tr 5	14.30	264.74	267.17	265.95	267.26	0.001505	1.36	10.50	5.14	0.30
01	24	Tr 20	21.40	264.74	267.63	266.26	267.77	0.001950	1.66	12.93	5.35	0.34
01	24	Tr 50	26.00	264.74	267.89	266.45	268.06	0.002206	1.82	14.32	5.46	0.36
01	24	Tr 100	29.30	264.74	268.05	266.57	268.24	0.002386	1.92	15.23	5.54	0.37
01	24	Tr 200	32.60	264.74	268.21	266.69	268.42	0.002560	2.02	16.10	5.61	0.38
01	24	Tr 300	34.50	264.74	268.30	266.75	268.52	0.002656	2.08	16.59	5.65	0.39
01	24	Tr 500	36.80	264.74	268.40	266.83	268.63	0.002768	2.14	17.16	5.69	0.39
01	23.75		Bridge									
01	23.5	Tr 5	14.30	264.74	267.13	267.23	267.23	0.001581	1.39	10.31	5.12	0.31
01	23.5	Tr 20	21.40	264.74	267.57	267.72	267.72	0.002086	1.70	12.60	5.32	0.35
01	23.5	Tr 50	26.00	264.74	267.81	267.99	267.99	0.002389	1.87	13.89	5.43	0.37
01	23.5	Tr 100	29.30	264.74	267.96	268.16	268.16	0.002611	1.99	14.71	5.50	0.39
01	23.5	Tr 200	32.60	264.74	268.10	268.32	268.32	0.002831	2.10	15.49	5.56	0.40
01	23.5	Tr 300	34.50	264.74	268.18	268.41	268.41	0.002956	2.17	15.91	5.59	0.41
01	23.5	Tr 500	36.80	264.74	268.26	268.52	268.52	0.003107	2.24	16.41	5.63	0.42
01	23	Tr 5	14.30	265.07	266.62	266.53	267.04	0.011803	2.88	4.97	4.70	0.89
01	23	Tr 20	21.40	265.07	266.90	266.88	267.48	0.013613	3.36	6.37	5.23	0.97
01	23	Tr 50	26.00	265.07	267.07	267.07	267.72	0.014192	3.58	7.26	5.55	1.00
01	23	Tr 100	29.30	265.07	267.19	267.19	267.88	0.014042	3.68	7.97	5.79	1.00
01	23	Tr 200	32.60	265.07	267.31	267.31	268.03	0.013904	3.76	8.67	6.01	1.00
01	23	Tr 300	34.50	265.07	267.38	267.38	268.11	0.013831	3.81	9.06	6.14	1.00
01	23	Tr 500	36.80	265.07	267.45	267.45	268.21	0.013749	3.86	9.53	6.28	1.00
01	22	Tr 5	14.30	264.66	265.84	265.84	266.26	0.013464	2.88	4.96	5.87	1.00
01	22	Tr 20	21.40	264.66	266.13	266.13	266.64	0.012887	3.16	6.77	6.64	1.00
01	22	Tr 50	26.00	264.66	266.28	266.28	266.84	0.012775	3.32	7.83	7.06	1.01
01	22	Tr 100	29.30	264.66	266.42	266.39	266.98	0.011725	3.32	8.83	7.43	0.97
01	22	Tr 200	32.60	264.66	266.56	266.49	267.11	0.010662	3.30	9.89	7.81	0.93
01	22	Tr 300	34.50	264.66	266.64	266.54	267.19	0.010111	3.28	10.52	8.02	0.91
01	22	Tr 500	36.80	264.66	266.73	266.61	267.27	0.009488	3.26	11.30	8.28	0.89
01	21	Tr 5	14.30	263.56	265.42	265.53	265.53	0.002118	1.48	9.67	7.45	0.41
01	21	Tr 20	21.40	263.56	265.81	265.95	265.95	0.002208	1.67	12.78	8.29	0.43
01	21	Tr 50	26.00	263.56	266.03	266.19	266.19	0.002268	1.78	14.60	8.75	0.44
01	21	Tr 100	29.30	263.56	266.17	266.34	266.34	0.002283	1.84	15.90	9.06	0.44
01	21	Tr 200	32.60	263.56	266.32	266.50	266.50	0.002275	1.89	17.23	9.37	0.45
01	21	Tr 300	34.50	263.56	266.40	266.59	266.59	0.002256	1.91	18.02	9.55	0.44
01	21	Tr 500	36.80	263.56	266.50	266.69	266.69	0.002222	1.94	19.01	9.76	0.44
01	20	Tr 5	14.30	262.94	264.59	264.59	265.09	0.014622	3.10	4.61	4.71	1.00
01	20	Tr 20	21.40	262.94	265.00	264.93	265.52	0.012123	3.20	6.68	5.58	0.94
01	20	Tr 50	26.00	262.94	265.28	265.12	265.77	0.009907	3.12	8.33	6.19	0.86
01	20	Tr 100	29.30	262.94	265.47	265.24	265.95	0.008712	3.06	9.57	6.60	0.81
01	20	Tr 200	32.60	262.94	265.67	265.35	266.12	0.007565	2.98	10.93	7.03	0.76
01	20	Tr 300	34.50	262.94	265.79	265.41	266.23	0.006936	2.93	11.78	7.29	0.74
01	20	Tr 500	36.80	262.94	265.93	266.35	266.35	0.006275	2.87	12.84	7.60	0.70
01	19	Tr 5	14.30	262.87	264.28	263.90	264.55	0.007350	2.34	6.12	4.35	0.63

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: VAJORS Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	19	Tr 20	21.40	262.87	264.71	264.22	265.07	0.007827	2.67	8.00	4.35	0.63
01	19	Tr 50	26.00	262.87	264.96	264.41	265.38	0.008141	2.85	9.11	4.35	0.63
01	19	Tr 100	29.30	262.87	265.14	264.54	265.59	0.008361	2.97	9.86	4.35	0.63
01	19	Tr 200	32.60	262.87	265.30	264.66	265.79	0.008578	3.08	10.59	4.35	0.63
01	19	Tr 300	34.50	262.87	265.40	264.73	265.90	0.008701	3.14	11.00	4.35	0.63
01	19	Tr 500	36.80	262.87	265.51	264.80	266.03	0.008840	3.20	11.49	4.35	0.63
01	18.75	Bridge										
01	18.5	Tr 5	14.30	262.87	263.90	263.90	264.42	0.017883	3.19	4.48	4.35	1.00
01	18.5	Tr 20	21.40	262.87	264.22	264.22	264.90	0.018533	3.65	5.86	4.35	1.00
01	18.5	Tr 50	26.00	262.87	264.41	264.41	265.18	0.018907	3.89	6.69	4.35	1.00
01	18.5	Tr 100	29.30	262.87	264.54	264.54	265.37	0.019255	4.04	7.24	4.35	1.00
01	18.5	Tr 200	32.60	262.87	264.66	264.66	265.55	0.019606	4.19	7.78	4.35	1.00
01	18.5	Tr 300	34.50	262.87	264.73	264.73	265.66	0.019809	4.27	8.08	4.35	1.00
01	18.5	Tr 500	36.80	262.87	264.80	264.80	265.78	0.020227	4.38	8.41	4.35	1.00
01	18	Tr 5	14.30	261.46	262.99		263.21	0.005321	2.10	6.82	6.26	0.64
01	18	Tr 20	21.40	261.46	263.31		263.60	0.005758	2.40	8.91	6.97	0.68
01	18	Tr 50	26.00	261.46	263.48		263.82	0.005938	2.56	10.17	7.37	0.69
01	18	Tr 100	29.30	261.46	263.60		263.96	0.006043	2.66	11.03	7.63	0.70
01	18	Tr 200	32.60	261.46	263.71		264.09	0.006083	2.74	11.91	7.89	0.71
01	18	Tr 300	34.50	261.46	263.78		264.17	0.006078	2.78	12.43	8.03	0.71
01	18	Tr 500	36.80	261.46	263.85		264.26	0.006039	2.82	13.07	8.21	0.71
01	17	Tr 5	14.30	260.69	262.20		262.45	0.006807	2.25	6.35	6.56	0.73
01	17	Tr 20	21.40	260.69	262.55		262.85	0.006163	2.41	8.88	7.62	0.71
01	17	Tr 50	26.00	260.69	262.77		263.07	0.005641	2.45	10.61	8.26	0.69
01	17	Tr 100	29.30	260.69	262.95		263.25	0.004972	2.41	12.15	8.80	0.65
01	17	Tr 200	32.60	260.69	263.12		263.41	0.004475	2.38	13.69	9.30	0.63
01	17	Tr 300	34.50	260.69	263.22		263.50	0.004203	2.36	14.62	9.59	0.61
01	17	Tr 500	36.80	260.69	263.34		263.61	0.003888	2.33	15.79	9.95	0.59
01	16	Tr 5	14.30	259.94	261.55		261.76	0.004766	2.02	7.08	6.27	0.61
01	16	Tr 20	21.40	259.94	262.03		262.25	0.003793	2.06	10.37	7.33	0.55
01	16	Tr 50	26.00	259.94	262.31		262.53	0.003390	2.08	12.49	7.95	0.53
01	16	Tr 100	29.30	259.94	262.58		262.78	0.002787	2.00	14.68	8.53	0.49
01	16	Tr 200	32.60	259.94	262.79		262.99	0.002506	1.97	16.54	9.00	0.46
01	16	Tr 300	34.50	259.94	262.91		263.10	0.002363	1.96	17.64	9.27	0.45
01	16	Tr 500	36.80	259.94	263.05		263.24	0.002205	1.94	19.00	9.59	0.44
01	15	Tr 5	14.30	258.98	261.30	260.47	261.38	0.001841	1.25	11.43	10.52	0.38
01	15	Tr 20	21.40	258.98	261.92	260.82	261.98	0.001103	1.12	19.03	14.31	0.31
01	15	Tr 50	26.00	258.98	262.24	260.98	262.30	0.000895	1.09	23.90	16.28	0.29
01	15	Tr 100	29.30	258.98	262.54	261.09	262.59	0.000678	1.01	29.08	18.14	0.25
01	15	Tr 200	32.60	258.98	262.77	261.18	262.81	0.000582	0.98	33.41	19.56	0.24
01	15	Tr 300	34.50	258.98	262.89	261.23	262.94	0.000529	0.96	35.98	42.61	0.23
01	15	Tr 500	36.80	258.98	263.05	261.28	263.10	0.000457	0.94	39.14	45.29	0.22
01	14.75	Bridge										
01	14.5	Tr 5	14.30	258.98	260.98		261.13	0.004091	1.72	8.32	8.50	0.55
01	14.5	Tr 20	21.40	258.98	261.26		261.46	0.004525	1.94	11.02	10.28	0.60
01	14.5	Tr 50	26.00	258.98	261.44	260.98	261.65	0.004433	2.01	12.93	11.37	0.60
01	14.5	Tr 100	29.30	258.98	261.57	261.09	261.78	0.004195	2.02	14.49	12.19	0.59
01	14.5	Tr 200	32.60	258.98	261.70	261.18	261.91	0.003970	2.03	16.08	12.97	0.58
01	14.5	Tr 300	34.50	258.98	261.77	261.23	261.98	0.003847	2.03	17.00	13.40	0.58
01	14.5	Tr 500	36.80	258.98	261.85	261.28	262.06	0.003702	2.03	18.12	13.91	0.57
01	14	Tr 5	14.30	258.90	260.71	259.95	260.82	0.001856	1.42	10.04	7.35	0.39
01	14	Tr 20	21.40	258.90	260.83	260.22	261.03	0.003314	1.96	10.90	7.57	0.52
01	14	Tr 50	26.00	258.90	260.81	260.38	261.11	0.005048	2.41	10.78	7.54	0.64
01	14	Tr 100	29.30	258.90	260.95	260.49	261.26	0.005002	2.48	11.79	7.79	0.64
01	14	Tr 200	32.60	258.90	261.07	260.59	261.40	0.004968	2.55	12.78	8.03	0.65
01	14	Tr 300	34.50	258.90	261.14	260.65	261.48	0.004948	2.59	13.34	8.16	0.65
01	14	Tr 500	36.80	258.90	261.22	260.71	261.57	0.004924	2.63	14.01	8.32	0.65
01	13.75	Bridge										
01	13.5	Tr 5	14.30	258.90	260.66		260.78	0.002057	1.48	9.67	7.26	0.41
01	13.5	Tr 20	21.40	258.90	260.71		260.94	0.004186	2.14	10.01	7.35	0.58
01	13.5	Tr 50	26.00	258.90	260.38	260.38	260.96	0.012799	3.37	7.71	6.72	1.01
01	13.5	Tr 100	29.30	258.90	260.49	260.49	261.10	0.012676	3.48	8.42	6.92	1.01
01	13.5	Tr 200	32.60	258.90	260.59	260.59	261.24	0.012436	3.56	9.16	7.12	1.00
01	13.5	Tr 300	34.50	258.90	260.65	260.65	261.31	0.012354	3.61	9.56	7.23	1.00
01	13.5	Tr 500	36.80	258.90	260.71	260.71	261.40	0.012286	3.66	10.04	7.35	1.00
01	13	Tr 5	14.30	255.90	257.50	257.50	258.01	0.016036	3.15	4.54	4.46	1.00
01	13	Tr 20	21.40	255.90	258.31	257.90	258.45	0.003887	1.75	17.03	54.35	0.54
01	13	Tr 50	26.00	255.90	258.69		258.72	0.000853	1.00	53.82	125.95	0.27
01	13	Tr 100	29.30	255.90	258.76		258.79	0.000758	0.98	63.32	133.07	0.25
01	13	Tr 200	32.60	255.90	258.81		258.84	0.000741	0.99	70.14	137.59	0.25
01	13	Tr 300	34.50	255.90	258.85		258.87	0.000710	0.98	75.00	140.72	0.25

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: VAJORS Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	13	Tr 500	36.80	255.90	258.87		258.90	0.000736	1.01	77.97	142.61	0.25
01	12	Tr 5	14.30	255.00	257.56		257.57	0.000231	0.50	70.98	212.48	0.14
01	12	Tr 20	21.40	255.00	258.40		258.40	0.000013	0.16	279.65	286.33	0.04
01	12	Tr 50	26.00	255.00	258.71		258.71	0.000009	0.15	371.33	313.22	0.03
01	12	Tr 100	29.30	255.00	258.78		258.78	0.000009	0.15	393.59	319.41	0.03
01	12	Tr 200	32.60	255.00	258.83		258.83	0.000010	0.16	409.47	323.75	0.03
01	12	Tr 300	34.50	255.00	258.86		258.86	0.000011	0.17	420.50	326.73	0.03
01	12	Tr 500	36.80	255.00	258.88		258.88	0.000012	0.18	427.41	328.59	0.03
01	11	Tr 5	15.70	254.63	257.55	255.46	257.56	0.000132	0.55	45.22	50.09	0.11
01	11	Tr 20	23.40	254.63	258.39	255.71	258.40	0.000057	0.43	89.17	51.94	0.07
01	11	Tr 50	28.40	254.63	258.70	255.85	258.70	0.000053	0.44	105.07	51.94	0.07
01	11	Tr 100	32.10	254.63	258.77	255.95	258.77	0.000061	0.48	108.66	51.94	0.08
01	11	Tr 200	35.70	254.63	258.82	256.05	258.82	0.000071	0.52	111.15	51.94	0.08
01	11	Tr 300	38.00	254.63	258.85	256.10	258.86	0.000077	0.55	112.87	51.94	0.09
01	11	Tr 500	40.30	254.63	258.87	256.16	258.88	0.000085	0.57	113.91	51.94	0.09
01	10.75		Bridge									
01	10.5	Tr 5	15.70	254.63	257.54		257.55	0.000133	0.55	44.97	49.97	0.11
01	10.5	Tr 20	23.40	254.63	258.39		258.40	0.000057	0.43	89.04	51.94	0.07
01	10.5	Tr 50	28.40	254.63	258.70		258.70	0.000053	0.44	104.95	51.94	0.07
01	10.5	Tr 100	32.10	254.63	258.77		258.77	0.000062	0.48	108.52	51.94	0.08
01	10.5	Tr 200	35.70	254.63	258.81		258.82	0.000071	0.52	110.98	51.94	0.08
01	10.5	Tr 300	38.00	254.63	258.85		258.85	0.000078	0.55	112.68	51.94	0.09
01	10.5	Tr 500	40.30	254.63	258.86		258.87	0.000085	0.57	113.70	51.94	0.09
01	10	Tr 5	15.70	254.60	257.49	255.75	257.53	0.000523	0.93	16.95	8.24	0.21
01	10	Tr 20	23.40	254.60	258.34	256.07	258.38	0.000432	0.95	24.54	12.75	0.19
01	10	Tr 50	28.40	254.60	258.63	256.25	258.69	0.000464	1.03	29.46	70.14	0.20
01	10	Tr 100	32.10	254.60	258.69	256.36	258.76	0.000538	1.13	33.74	78.29	0.22
01	10	Tr 200	35.70	254.60	258.73	256.48	258.80	0.000623	1.22	36.62	83.31	0.23
01	10	Tr 300	38.00	254.60	258.75	256.55	258.83	0.000671	1.28	38.83	86.97	0.24
01	10	Tr 500	40.30	254.60	258.76	256.62	258.85	0.000740	1.34	39.73	88.43	0.25
01	9.75		Culvert									
01	9.5	Tr 5	15.70	254.30	256.26		256.39	0.002291	1.60	9.80	6.50	0.42
01	9.5	Tr 20	23.40	254.30	256.36		256.62	0.004237	2.23	10.48	6.65	0.57
01	9.5	Tr 50	28.40	254.30	256.39		256.75	0.006012	2.67	10.62	6.69	0.68
01	9.5	Tr 100	32.10	254.30	256.42		256.86	0.007264	2.96	10.84	6.74	0.75
01	9.5	Tr 200	35.70	254.30	256.48		256.99	0.008097	3.17	11.26	6.83	0.79
01	9.5	Tr 300	38.00	254.30	256.54		257.08	0.008348	3.26	11.66	6.92	0.80
01	9.5	Tr 500	40.30	254.30	256.61		257.17	0.008324	3.31	12.19	7.04	0.80
01	09	Tr 5	15.70	254.06	256.14	255.56	256.33	0.004334	1.96	9.15	92.43	0.55
01	09	Tr 20	23.40	254.06	256.43	255.93	256.51	0.002238	1.57	36.18	152.84	0.41
01	09	Tr 50	28.40	254.06	256.57	256.43	256.61	0.001279	1.26	59.46	179.91	0.31
01	09	Tr 100	32.10	254.06	256.68	256.44	256.70	0.000800	1.04	80.69	193.05	0.25
01	09	Tr 200	35.70	254.06	256.80	256.48	256.82	0.000503	0.86	105.24	204.94	0.20
01	09	Tr 300	38.00	254.06	256.89	256.48	256.90	0.000374	0.77	123.45	213.34	0.18
01	09	Tr 500	40.30	254.06	256.98	256.49	256.99	0.000279	0.69	143.65	221.49	0.15
01	8.5	Tr 5	15.70	253.71	254.80	254.80	255.35	0.017707	3.28	4.78	47.60	1.01
01	8.5	Tr 20	23.40	253.71	255.13	255.13	255.85	0.018427	3.75	6.24	91.13	1.00
01	8.5	Tr 50	28.40	253.71	255.33	255.33	256.14	0.018779	3.99	7.12	117.12	1.00
01	8.5	Tr 100	32.10	253.71	255.46	255.46	256.35	0.019340	4.17	7.70	121.11	1.01
01	8.5	Tr 200	35.70	253.71	255.59	255.59	256.54	0.019695	4.31	8.27	125.01	1.00
01	8.5	Tr 300	38.00	253.71	255.67	255.67	256.66	0.019951	4.41	8.62	135.41	1.00
01	8.5	Tr 500	40.30	253.71	255.76	255.76	256.78	0.020080	4.48	8.99	148.38	1.00
01	08	Tr 5	15.70	250.61	253.30		253.35	0.000647	0.99	15.93	7.17	0.21
01	08	Tr 20	23.40	250.61	253.79		253.86	0.000833	1.20	19.49	7.57	0.24
01	08	Tr 50	28.40	250.61	254.07		254.16	0.000935	1.31	21.71	7.99	0.25
01	08	Tr 100	32.10	250.61	254.29		254.39	0.001048	1.36	23.61	9.40	0.27
01	08	Tr 200	35.70	250.61	254.48		254.58	0.001131	1.40	25.45	10.58	0.29
01	08	Tr 300	38.00	250.61	254.53		254.64	0.001222	1.46	26.24	21.90	0.30
01	08	Tr 500	40.30	250.61	254.57		254.69	0.001297	1.52	27.32	27.45	0.31
01	07	Tr 5	15.70	251.20	253.06	252.42	253.23	0.003228	1.82	8.60	6.02	0.49
01	07	Tr 20	23.40	251.20	253.50	252.74	253.72	0.003350	2.05	11.39	6.68	0.50
01	07	Tr 50	28.40	251.20	253.78	252.93	254.01	0.003265	2.14	13.28	7.10	0.50
01	07	Tr 100	32.10	251.20	253.98	253.06	254.22	0.003544	2.17	14.81	8.53	0.53
01	07	Tr 200	35.70	251.20	254.25	253.18	254.43	0.002503	1.96	23.96	80.21	0.45
01	07	Tr 300	38.00	251.20	254.32	253.25	254.49	0.002310	1.93	28.02	93.03	0.44
01	07	Tr 500	40.30	251.20	254.38	253.32	254.54	0.002173	1.91	31.81	103.84	0.43
01	6.75		Bridge									
01	6.5	Tr 5	15.70	251.20	252.97	252.41	253.16	0.003887	1.95	8.04	5.88	0.53
01	6.5	Tr 20	23.40	251.20	253.38	252.74	253.63	0.004098	2.21	10.57	6.49	0.55
01	6.5	Tr 50	28.40	251.20	253.64	252.94	253.91	0.003973	2.30	12.34	6.89	0.55

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: VAJORS Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	6.5	Tr 100	32.10	251.20	253.84	253.06	254.12	0.003789	2.33	13.76	7.20	0.54
01	6.5	Tr 200	35.70	251.20	254.09	253.18	254.35	0.003695	2.25	17.02	48.95	0.54
01	6.5	Tr 300	38.00	251.20	254.16	253.25	254.41	0.003587	2.27	19.67	64.65	0.54
01	6.5	Tr 500	40.30	251.20	254.22	253.32	254.47	0.003430	2.27	22.60	75.54	0.53
01	06	Tr 5	15.70	249.91	251.75		252.09	0.008436	2.57	6.12	5.09	0.75
01	06	Tr 20	23.40	249.91	252.22		252.58	0.007348	2.68	8.74	6.19	0.72
01	06	Tr 50	28.40	249.91	252.31		252.78	0.009117	3.04	9.33	6.42	0.81
01	06	Tr 100	32.10	249.91	252.32	252.20	252.92	0.011404	3.41	9.41	6.44	0.90
01	06	Tr 200	35.70	249.91	252.33	252.33	253.06	0.014082	3.79	9.41	6.45	1.00
01	06	Tr 300	38.00	249.91	252.40	252.40	253.15	0.013934	3.83	9.91	6.63	1.00
01	06	Tr 500	40.30	249.91	252.47	252.47	253.24	0.013998	3.90	10.34	6.78	1.01
01	05	Tr 5	15.70	248.54	250.88		251.04	0.003148	1.76	8.93	17.35	0.45
01	05	Tr 20	23.40	248.54	251.58	250.37	251.73	0.002339	1.71	14.73	53.98	0.41
01	05	Tr 50	28.40	248.54	251.76	250.61	251.89	0.002109	1.71	24.70	60.62	0.39
01	05	Tr 100	32.10	248.54	251.86	250.77	251.98	0.001913	1.67	31.38	64.69	0.37
01	05	Tr 200	35.70	248.54	251.96	250.91	252.06	0.001744	1.63	37.65	68.29	0.36
01	05	Tr 300	38.00	248.54	252.02	250.99	252.11	0.001643	1.61	41.66	70.50	0.35
01	05	Tr 500	40.30	248.54	252.07	251.07	252.16	0.001543	1.58	45.77	72.69	0.34
01	04.5	Tr 5	15.70	247.70	249.80		249.97	0.003194	1.83	8.56	5.28	0.46
01	04.5	Tr 20	23.40	247.70	249.38	249.38	250.05	0.015297	3.63	6.44	4.80	1.00
01	04.5	Tr 50	28.40	247.70	249.58	249.58	250.32	0.015185	3.81	7.45	5.04	1.00
01	04.5	Tr 100	32.10	247.70	249.72	249.72	250.51	0.015154	3.93	8.16	5.19	1.00
01	04.5	Tr 200	35.70	247.70	249.85	249.85	250.68	0.015122	4.04	8.84	5.34	1.00
01	04.5	Tr 300	38.00	247.70	249.93	249.93	250.79	0.015108	4.10	9.27	5.43	1.00
01	04.5	Tr 500	40.30	247.70	250.00	250.00	250.89	0.015153	4.17	9.67	5.51	1.00
01	04	Tr 5	15.70	246.19	248.25	247.64	248.44	0.003788	1.94	8.11	47.05	0.53
01	04	Tr 20	23.40	246.19	248.90	248.00	248.90	0.000090	0.36	176.96	353.77	0.08
01	04	Tr 50	28.40	246.19	248.74	248.20	248.75	0.000399	0.72	120.69	353.68	0.18
01	04	Tr 100	32.10	246.19	248.77	248.33	248.77	0.000408	0.73	130.77	353.69	0.18
01	04	Tr 200	35.70	246.19	248.81	248.60	248.81	0.000374	0.71	145.27	353.72	0.17
01	04	Tr 300	38.00	246.19	248.80	248.61	248.81	0.000430	0.77	144.48	353.72	0.18
01	04	Tr 500	40.30	246.19	248.82	248.62	248.83	0.000430	0.77	150.51	353.73	0.18
01	03	Tr 5	15.70	245.80	248.13	247.12	248.22	0.001379	1.32	12.71	25.20	0.34
01	03	Tr 20	23.40	245.80	248.88	247.45	248.89	0.000109	0.48	156.79	397.23	0.10
01	03	Tr 50	28.40	245.80	248.61	247.63	248.69	0.001044	1.37	58.20	344.29	0.31
01	03	Tr 100	32.10	245.80	248.61	247.75	248.70	0.001380	1.57	56.62	343.69	0.35
01	03	Tr 200	35.70	245.80	248.58	247.85	248.73	0.002066	1.91	47.62	340.26	0.43
01	03	Tr 300	38.00	245.80	248.64	247.92	248.74	0.001495	1.65	68.53	348.18	0.37
01	03	Tr 500	40.30	245.80	248.72	247.99	248.77	0.000984	1.37	93.99	357.60	0.30
01	2.75		Bridge									
01	2.5	Tr 5	15.70	245.80	247.90	247.13	248.03	0.002202	1.55	10.10	11.37	0.42
01	2.5	Tr 20	23.40	245.80	248.30	247.45	248.39	0.004850	1.36	17.48	45.44	0.59
01	2.5	Tr 50	28.40	245.80	248.52	247.62	248.58	0.002102	1.12	29.78	205.71	0.41
01	2.5	Tr 100	32.10	245.80	248.59	247.75	248.62	0.001124	0.87	70.61	341.83	0.30
01	2.5	Tr 200	35.70	245.80	248.63	248.26	248.65	0.001070	0.87	81.54	345.98	0.30
01	2.5	Tr 300	38.00	245.80	248.67	248.29	248.69	0.000836	0.80	97.92	352.10	0.27
01	2.5	Tr 500	40.30	245.80	248.73	248.31	248.75	0.000619	0.72	118.02	359.47	0.23
01	01	Tr 5	19.60	245.34	247.73	246.85	247.85	0.001916	1.54	12.75	8.57	0.40
01	01	Tr 20	29.30	245.34	247.62	247.20	247.93	0.005262	2.48	11.80	8.27	0.66
01	01	Tr 50	35.20	245.34	248.18	247.38	248.37	0.002463	1.97	23.07	41.54	0.47
01	01	Tr 100	40.10	245.34	248.26	247.50	248.46	0.002570	2.06	26.54	41.61	0.48
01	01	Tr 200	44.40	245.34	247.62	247.62	248.34	0.011910	3.74	11.87	8.29	1.00
01	01	Tr 300	47.00	245.34	247.69	247.69	248.42	0.011867	3.79	12.40	8.46	1.00
01	01	Tr 500	50.00	245.34	248.40	247.76	248.62	0.002788	2.23	32.36	41.74	0.50
01	0.5	Tr 5	19.60	244.37	246.93	246.15	247.00	0.001752	1.42	34.87	200.74	0.36
01	0.5	Tr 20	29.30	244.37	247.16	246.56	247.17	0.000674	0.89	88.40	241.67	0.23
01	0.5	Tr 50	35.20	244.37	247.01	247.01	247.11	0.002941	1.85	53.37	227.18	0.47
01	0.5	Tr 100	40.10	244.37	247.04	247.04	247.14	0.003137	1.91	59.46	235.26	0.48
01	0.5	Tr 200	44.40	244.37	247.28	247.06	247.29	0.000019	0.16	571.47	747.20	0.04
01	0.5	Tr 300	47.00	244.37	247.38	247.08	247.38	0.000015	0.14	640.52	752.77	0.03
01	0.5	Tr 500	50.00	244.37	247.08	247.08	247.18	0.003418	2.00	70.46	241.28	0.51
01	0.25	Tr 5	40.00	243.76	245.57	245.28	245.98	0.006416	2.83	14.11	9.71	0.75
01	0.25	Tr 20	59.50	243.76	246.05	245.69	246.55	0.006150	3.13	19.02	10.73	0.75
01	0.25	Tr 50	71.70	243.76	246.10	245.92	246.79	0.008263	3.67	19.55	10.83	0.87
01	0.25	Tr 100	81.00	243.76	246.13	246.08	246.98	0.010074	4.07	19.88	10.90	0.96
01	0.25	Tr 200	89.30	243.76	246.22	246.22	247.15	0.010742	4.29	20.84	11.08	1.00
01	0.25	Tr 300	94.00	243.76	246.29	246.29	247.25	0.010701	4.34	21.66	11.23	1.00
01	0.25	Tr 500	100.00	243.76	246.44	246.44	246.47	0.000951	1.34	224.30	514.16	0.30

Rio Vajors

(flusso fuori alveo in sponda destra – da sez. 25 Vajors a sez. 1 Tepice)

Risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras

- Profilo longitudinale per Tr = 20 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 50 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 200 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 500 anni

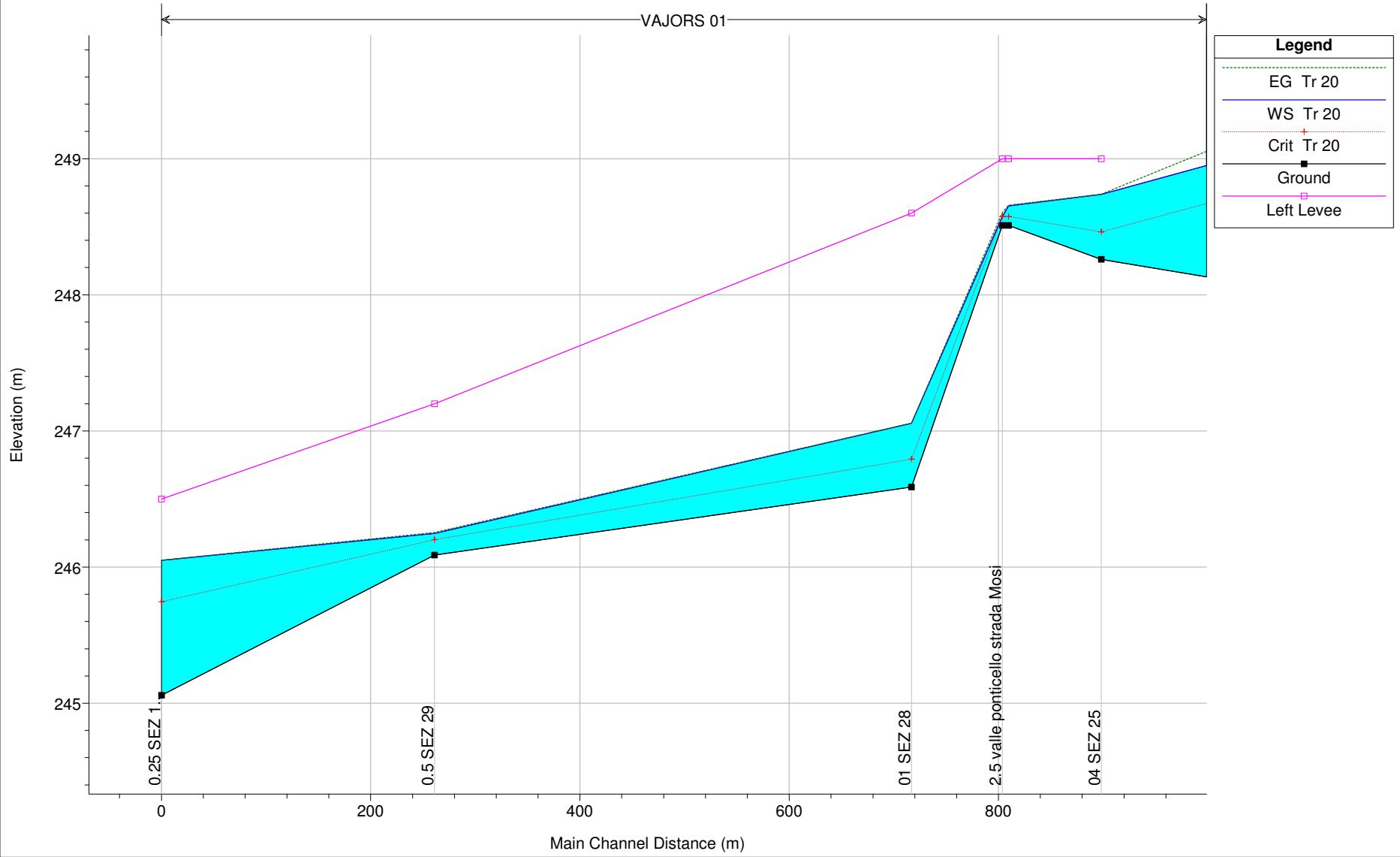
- Sezioni idrauliche per Tr = 20 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 50 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 200 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 500 anni

- Tabella dei risultati per Tr = 5 - 20 - 50 - 100 - 200 - 300 - 500 anni

VAJORS 2010 RURA Plan: Plan 01 09/11/2010

Flusso sul piano campagna in sponda destra

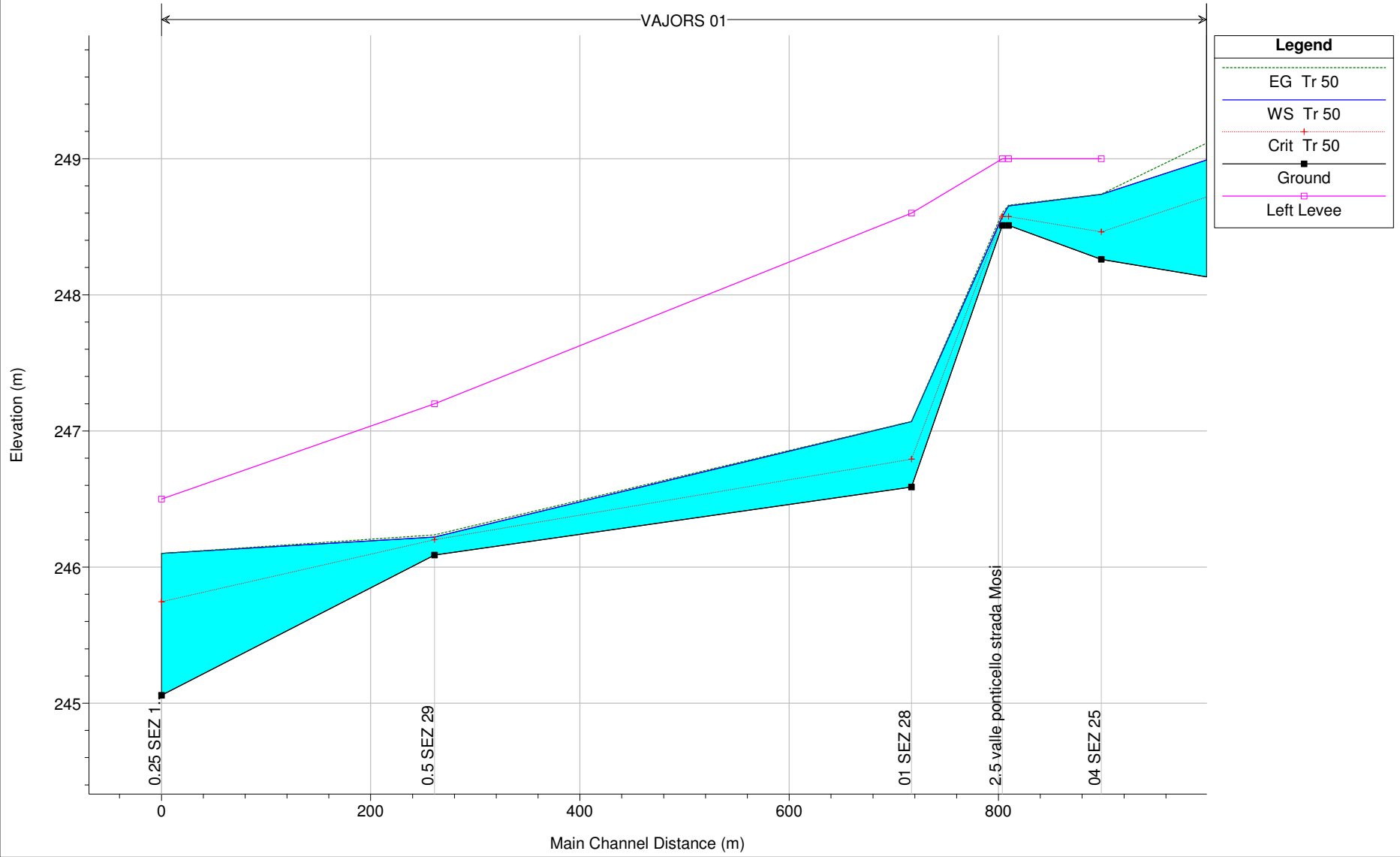
VAJORS 01



VAJORS 2010 RURA Plan: Plan 01 09/11/2010

Flusso sul piano campagna in sponda destra

VAJORS 01

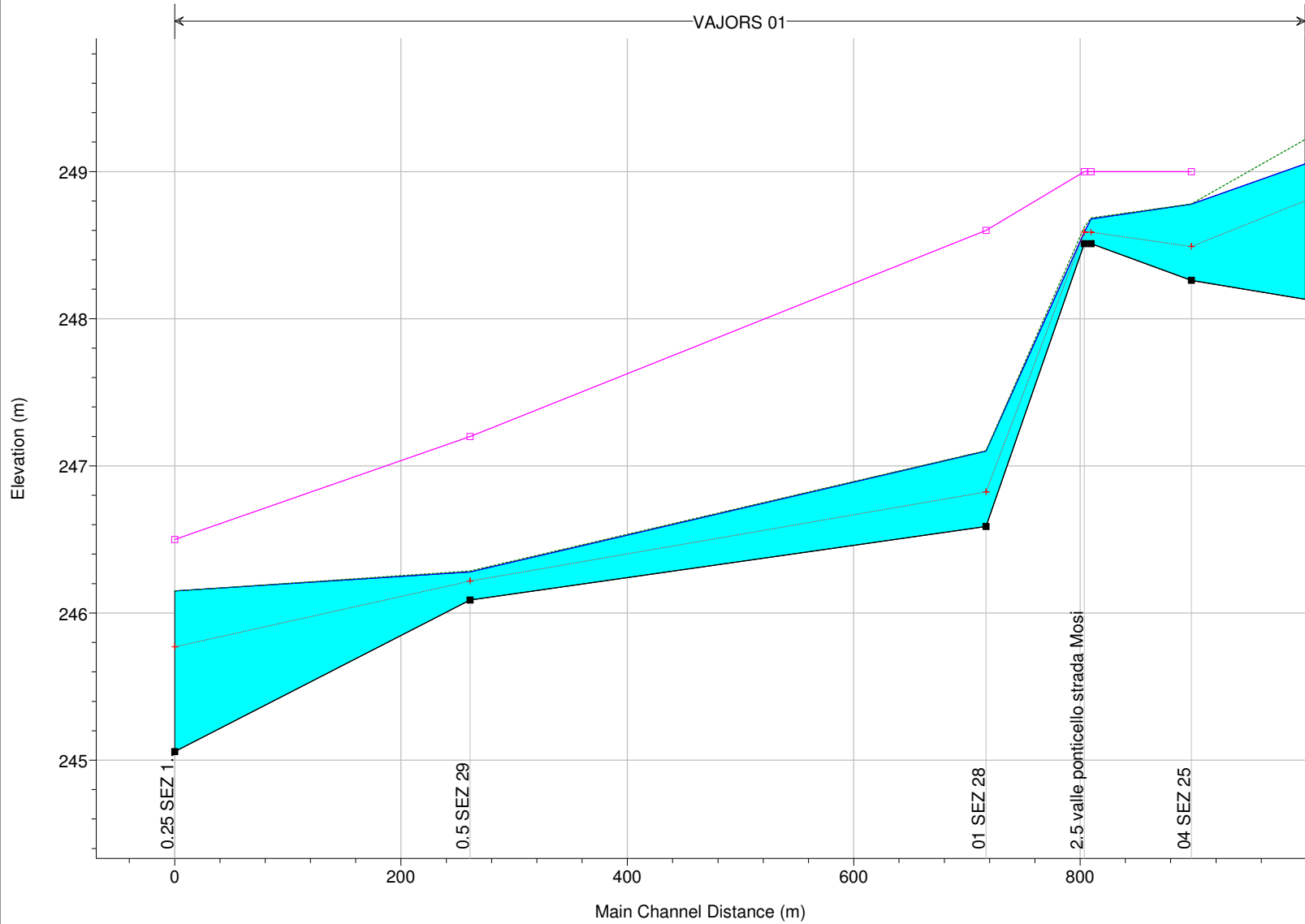


VAJORS 2010 RURA Plan: Plan 01 09/11/2010

Flusso sul piano campagna in sponda destra

VAJORS 01

Legend	
EG Tr 200	
WS Tr 200	
Crit Tr 200	
Ground	
Left Levee	

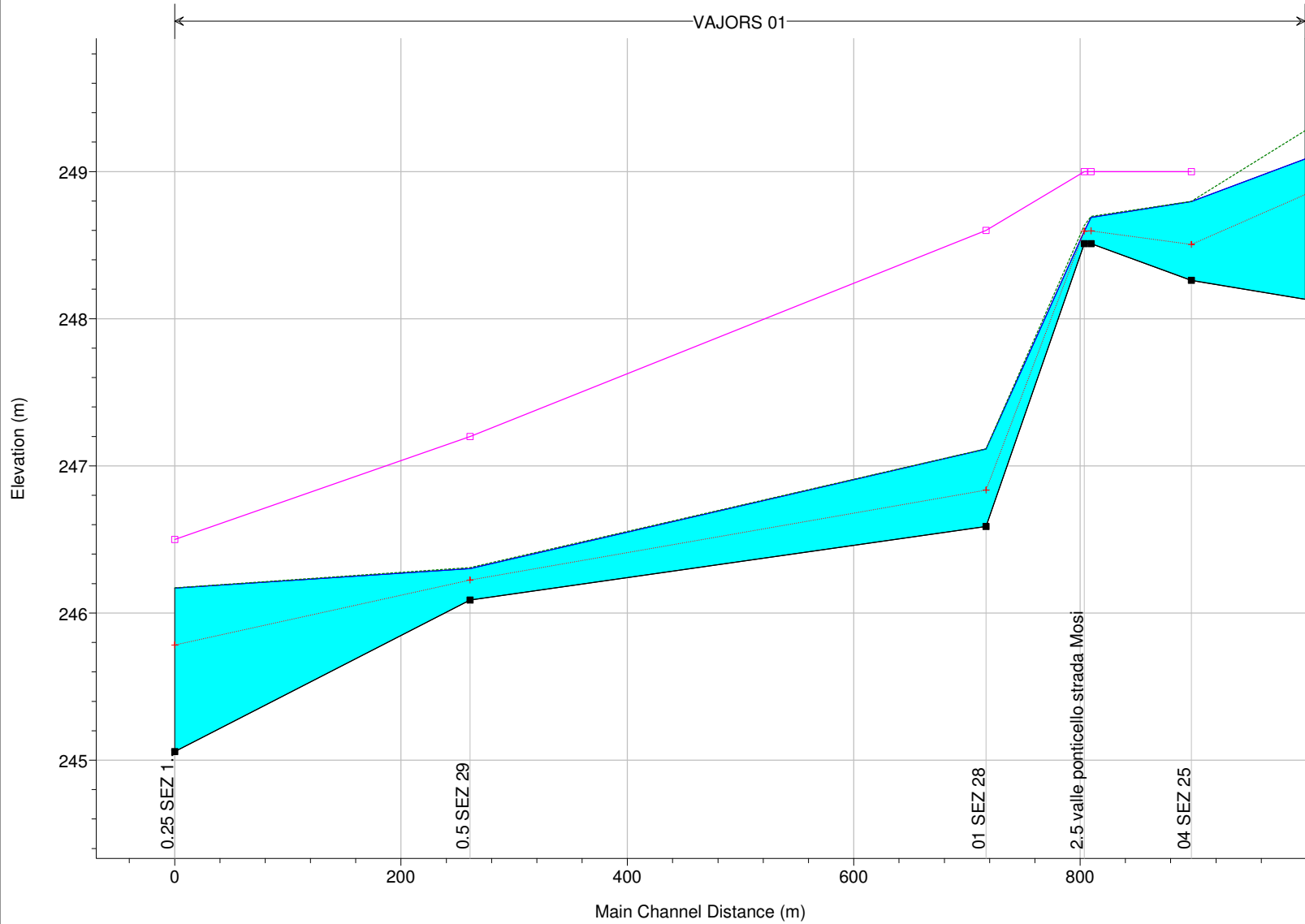


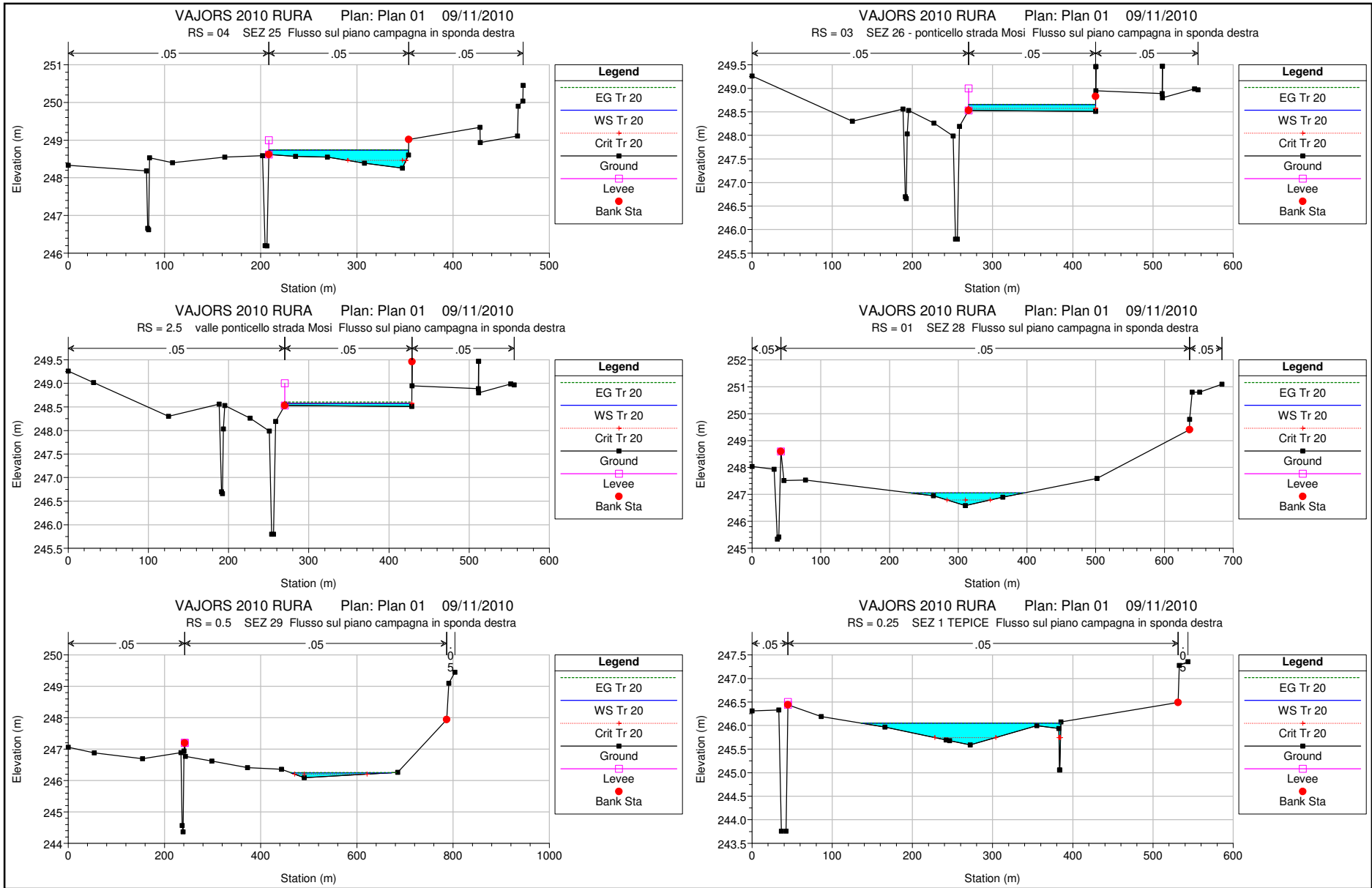
VAJORS 2010 RURA Plan: Plan 01 09/11/2010

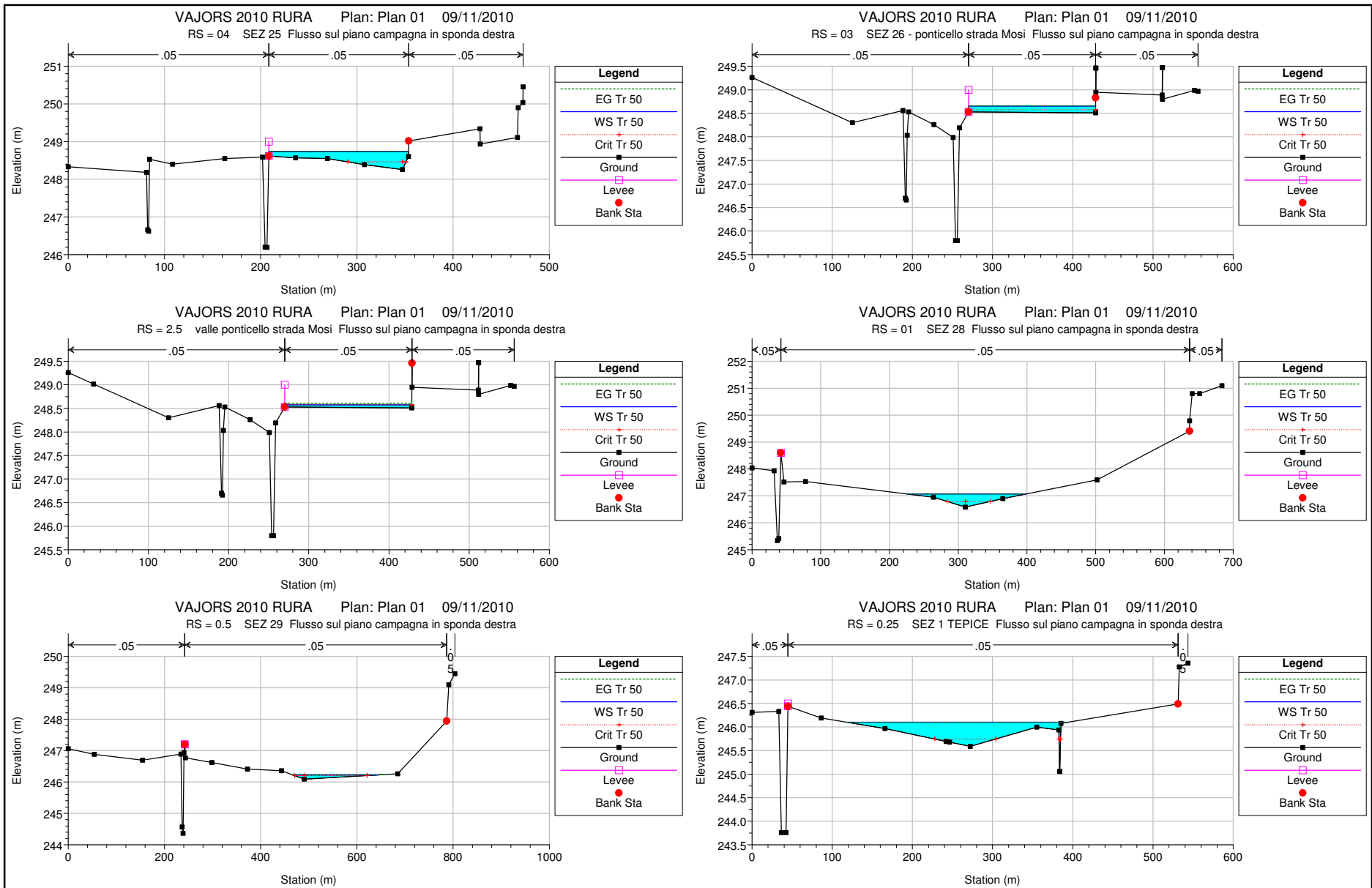
Flusso sul piano campagna in sponda destra

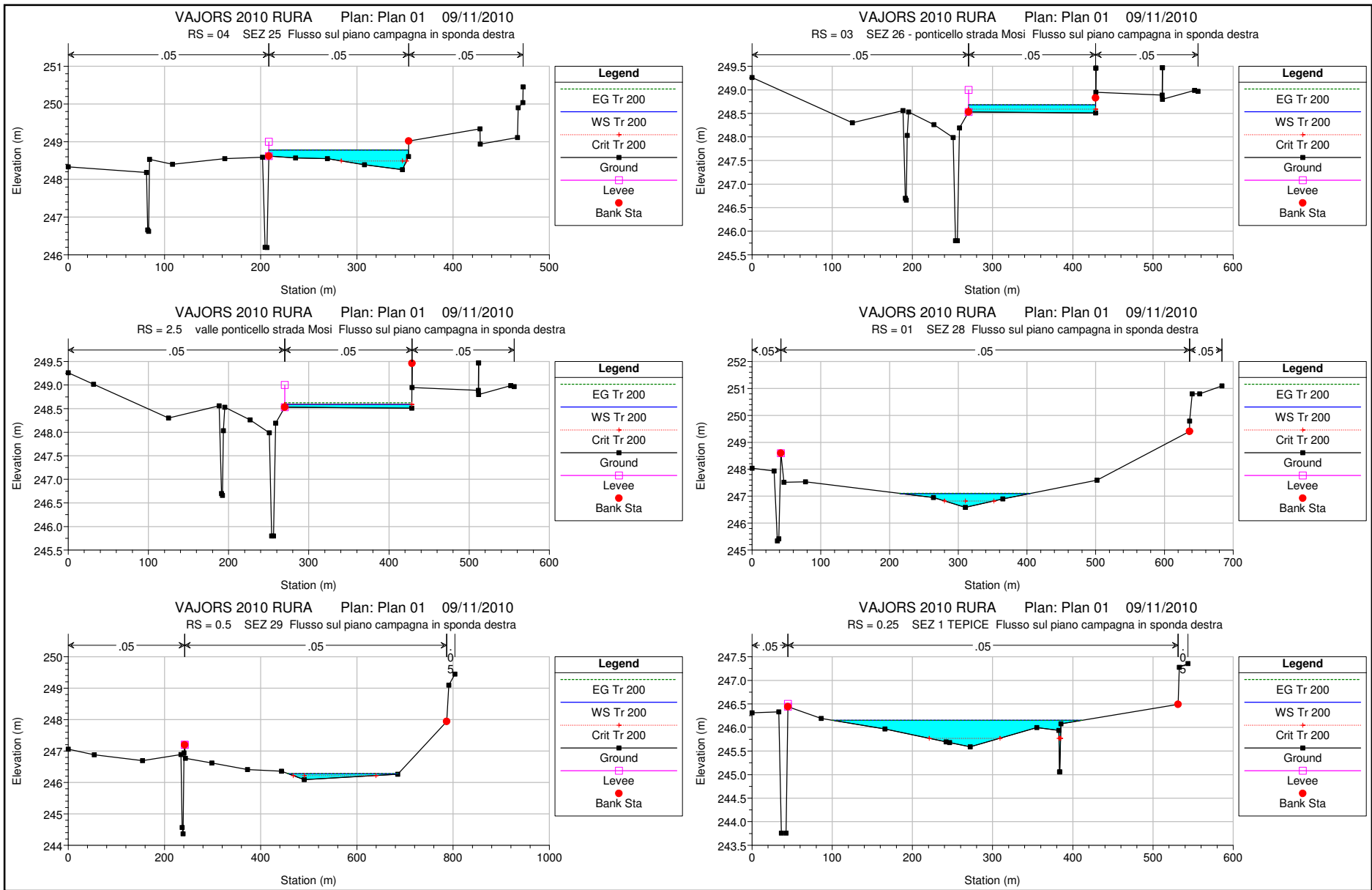
VAJORS 01

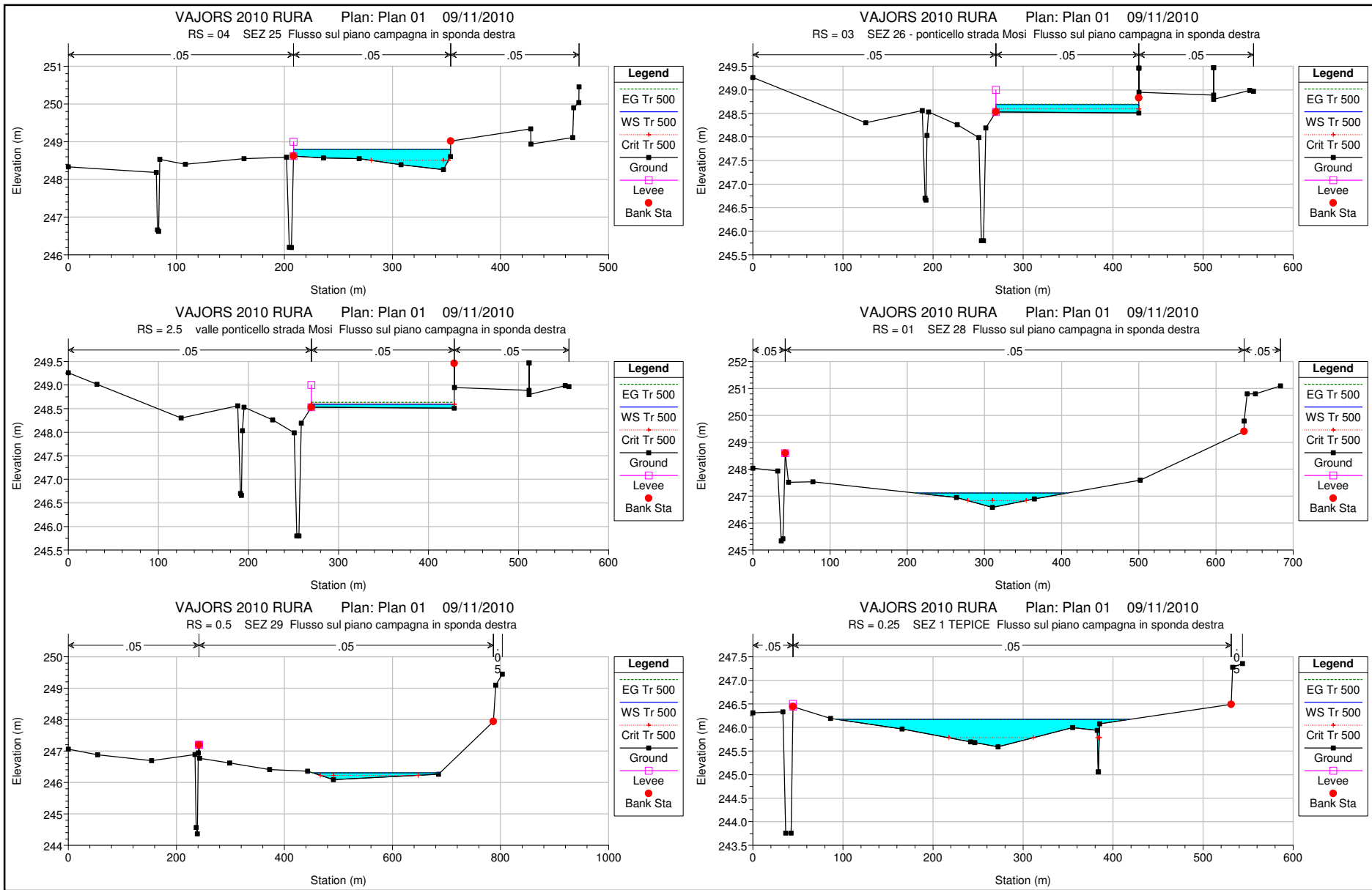
Legend	
EG Tr 500	
WS Tr 500	
Crit Tr 500	
Ground	
Left Levee	











HEC-RAS Plan: Plan 01 River: VAJORS Reach: 01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	04	Tr 5	0.50	248.26	248.57	248.33	248.57	0.000045	0.03	14.78	117.04	0.03
01	04	Tr 20	6.50	248.26	248.74	248.46	248.74	0.000422	0.17	38.41	145.26	0.11
01	04	Tr 50	6.50	248.26	248.74	248.46	248.74	0.000422	0.17	38.41	145.26	0.11
01	04	Tr 100	7.50	248.26	248.76	248.48	248.76	0.000457	0.18	40.88	145.27	0.11
01	04	Tr 200	9.00	248.26	248.78	248.49	248.78	0.000506	0.20	44.25	145.28	0.12
01	04	Tr 300	9.50	248.26	248.79	248.50	248.79	0.000524	0.21	45.23	145.28	0.12
01	04	Tr 500	10.30	248.26	248.80	248.50	248.80	0.000547	0.22	46.87	145.29	0.12
01	03	Tr 5	0.50	248.51	248.56	248.53	248.56	0.001283	0.08	6.12	158.56	0.13
01	03	Tr 20	6.50	248.51	248.65	248.58	248.66	0.003488	0.31	21.12	158.56	0.27
01	03	Tr 50	6.50	248.51	248.65	248.58	248.66	0.003488	0.31	21.12	158.56	0.27
01	03	Tr 100	7.50	248.51	248.66	248.58	248.67	0.003593	0.33	22.81	158.56	0.28
01	03	Tr 200	9.00	248.51	248.68	248.59	248.68	0.003764	0.36	25.10	158.57	0.29
01	03	Tr 300	9.50	248.51	248.68	248.59	248.69	0.003980	0.37	25.50	158.57	0.30
01	03	Tr 500	10.30	248.51	248.69	248.60	248.70	0.004049	0.39	26.63	158.57	0.30
01	2.5	Tr 5	0.50	248.51	248.53	248.53	248.54	0.126500	0.33	1.54	156.77	1.05
01	2.5	Tr 20	6.50	248.51	248.58	248.58	248.60	0.064472	0.74	8.80	158.56	1.00
01	2.5	Tr 50	6.50	248.51	248.58	248.58	248.60	0.064472	0.74	8.80	158.56	1.00
01	2.5	Tr 100	7.50	248.51	248.58	248.58	248.61	0.062059	0.77	9.70	158.56	1.00
01	2.5	Tr 200	9.00	248.51	248.59	248.59	248.62	0.062699	0.83	10.79	158.56	1.02
01	2.5	Tr 300	9.50	248.51	248.59	248.59	248.63	0.057109	0.83	11.46	158.56	0.98
01	2.5	Tr 500	10.30	248.51	248.59	248.59	248.63	0.060260	0.87	11.84	158.56	1.02
01	01	Tr 5	0.50	246.59	246.74	246.66	246.74	0.001753	0.15	3.38	45.39	0.17
01	01	Tr 20	6.50	246.59	247.06	246.79	247.06	0.000693	0.19	35.01	167.21	0.13
01	01	Tr 50	6.50	246.59	247.07	246.79	247.07	0.000600	0.18	37.11	173.54	0.12
01	01	Tr 100	7.50	246.59	247.08	246.81	247.09	0.000675	0.19	39.71	181.08	0.13
01	01	Tr 200	9.00	246.59	247.10	246.82	247.10	0.000801	0.21	42.87	189.86	0.14
01	01	Tr 300	9.50	246.59	247.11	246.83	247.11	0.000846	0.22	43.81	192.39	0.15
01	01	Tr 500	10.30	246.59	247.11	246.84	247.12	0.000906	0.23	45.45	196.73	0.15
01	0.5	Tr 5	0.50	246.09	246.19	246.13	246.19	0.000887	0.08	6.29	128.91	0.11
01	0.5	Tr 20	6.50	246.09	246.25	246.20	246.25	0.010863	0.39	16.82	210.86	0.44
01	0.5	Tr 50	6.50	246.09	246.22	246.20	246.24	0.027702	0.55	11.84	176.92	0.68
01	0.5	Tr 100	7.50	246.09	246.25	246.21	246.26	0.014301	0.44	16.90	211.31	0.50
01	0.5	Tr 200	9.00	246.09	246.28	246.22	246.29	0.007048	0.37	24.09	229.59	0.37
01	0.5	Tr 300	9.50	246.09	246.29	246.22	246.30	0.005916	0.36	26.33	231.89	0.34
01	0.5	Tr 500	10.30	246.09	246.30	246.22	246.31	0.004897	0.35	29.41	235.00	0.32
01	0.25	Tr 5	0.50	245.06	245.57	245.42	245.61	0.011656	0.90	0.56	1.68	0.50
01	0.25	Tr 20	6.50	245.06	246.05	245.75	246.05	0.000257	0.12	55.34	248.85	0.08
01	0.25	Tr 50	6.50	245.06	246.10	245.75	246.10	0.000145	0.10	68.32	274.63	0.06
01	0.25	Tr 100	7.50	245.06	246.13	245.76	246.13	0.000144	0.10	76.84	295.99	0.06
01	0.25	Tr 200	9.00	245.06	246.15	245.77	246.15	0.000172	0.11	82.94	310.37	0.07
01	0.25	Tr 300	9.50	245.06	246.15	245.78	246.15	0.000191	0.11	82.94	310.37	0.07
01	0.25	Tr 500	10.30	245.06	246.17	245.78	246.17	0.000187	0.12	89.23	324.53	0.07

Rio Tepice

Risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras

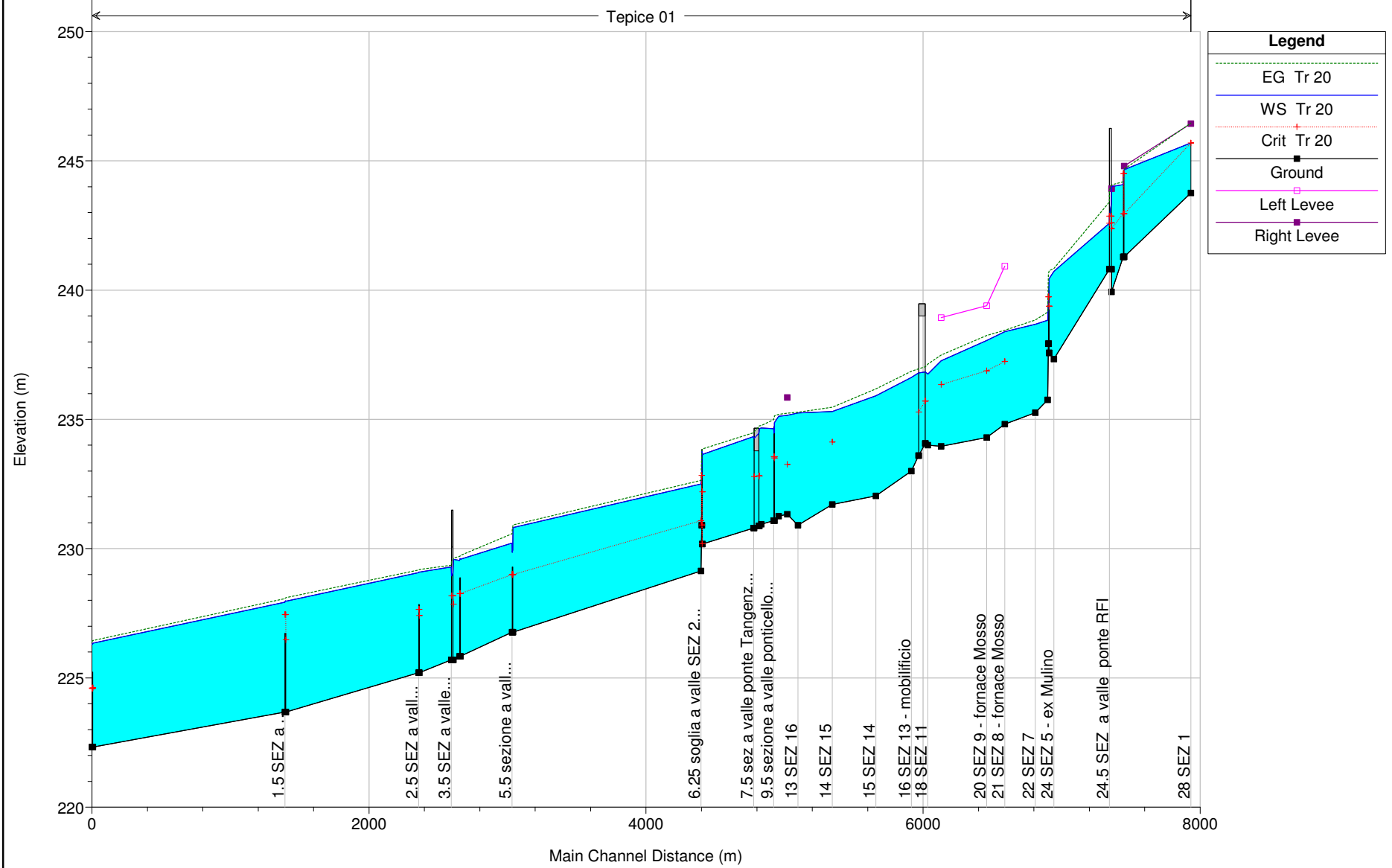
- Profilo longitudinale per Tr = 20 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 50 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 200 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 500 anni

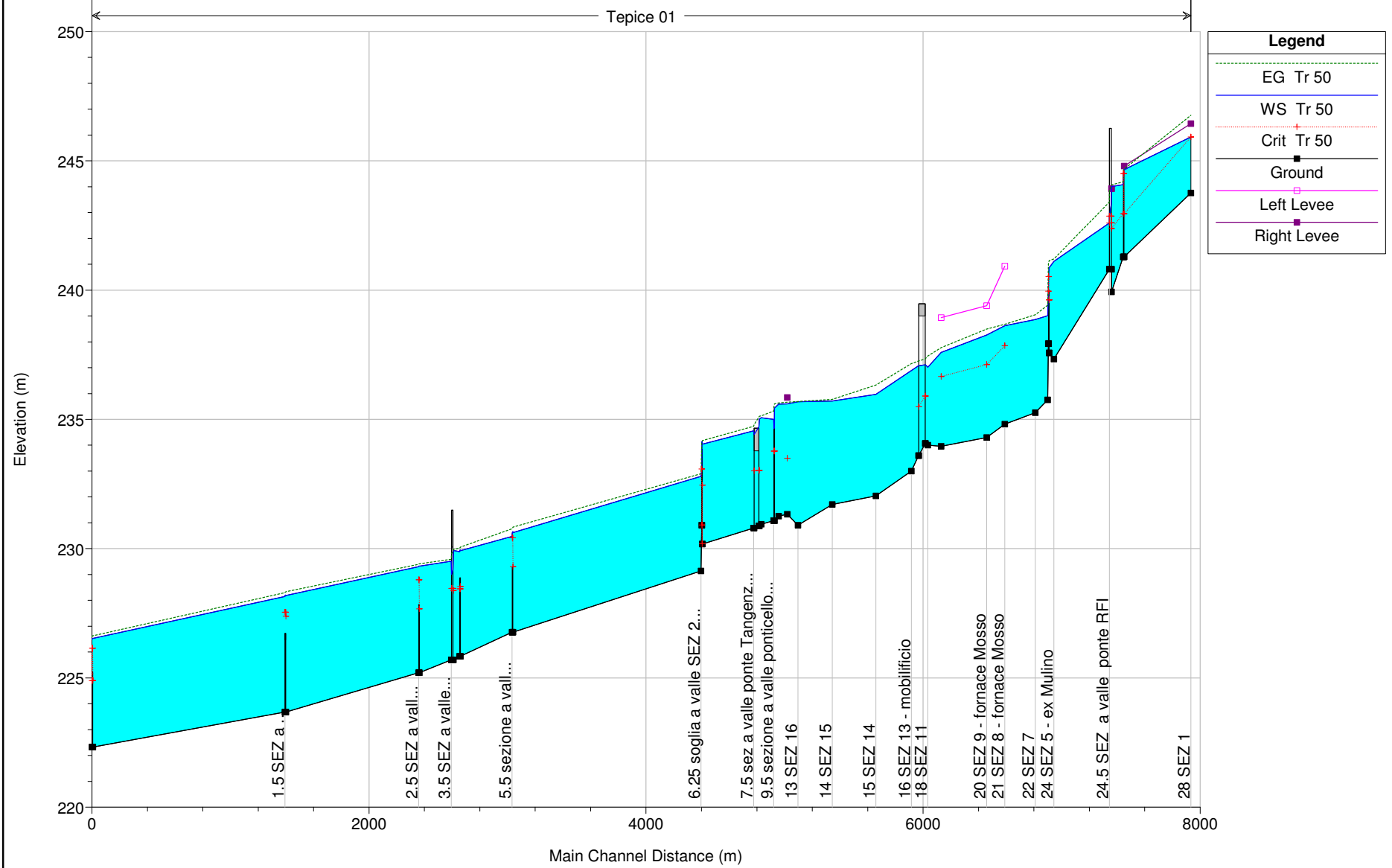
- Sezioni idrauliche per Tr = 20 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 50 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 200 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 500 anni

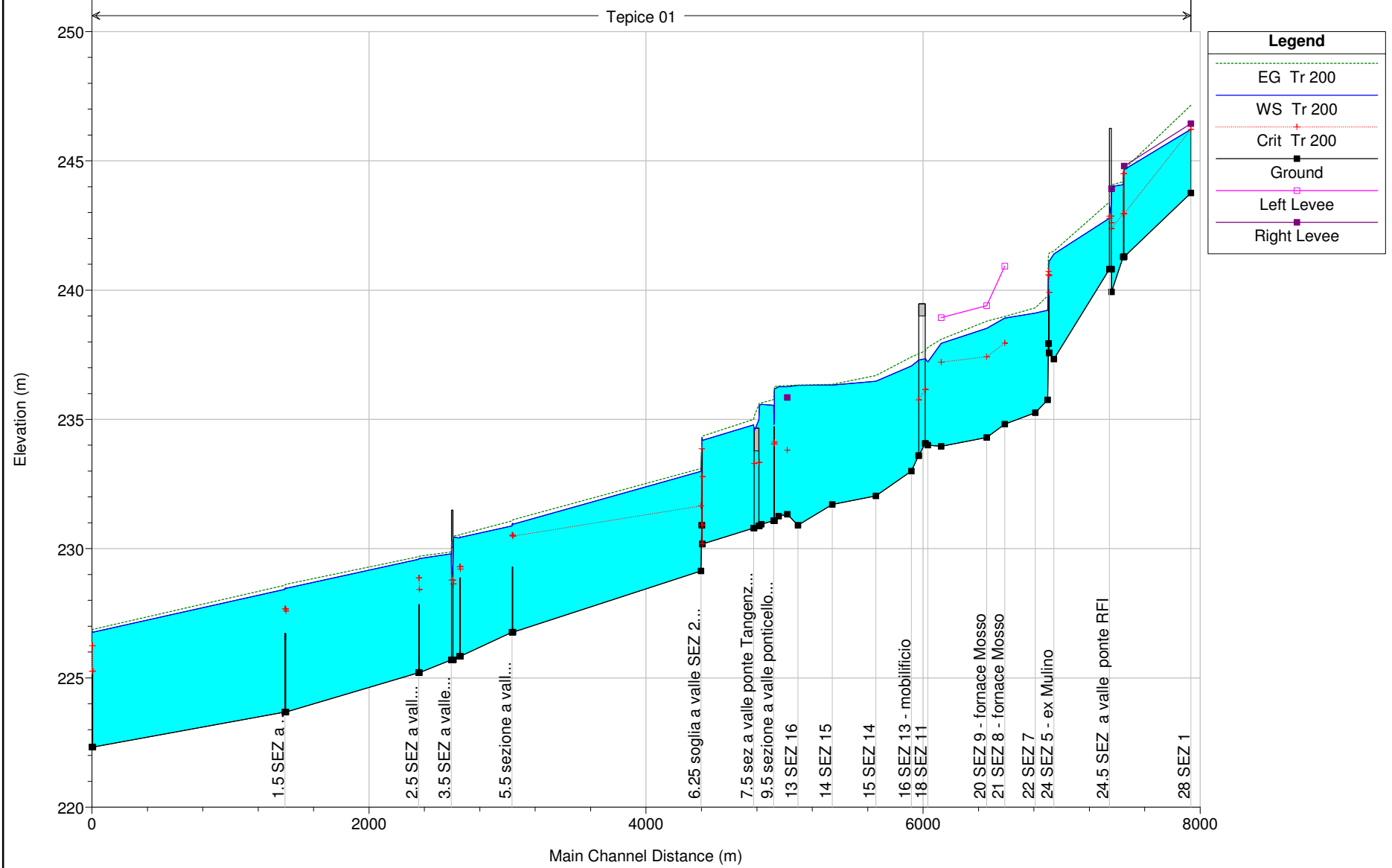
- Tabella dei risultati per Tr = 5 - 20 - 50 - 100 - 200 - 300 - 500 anni

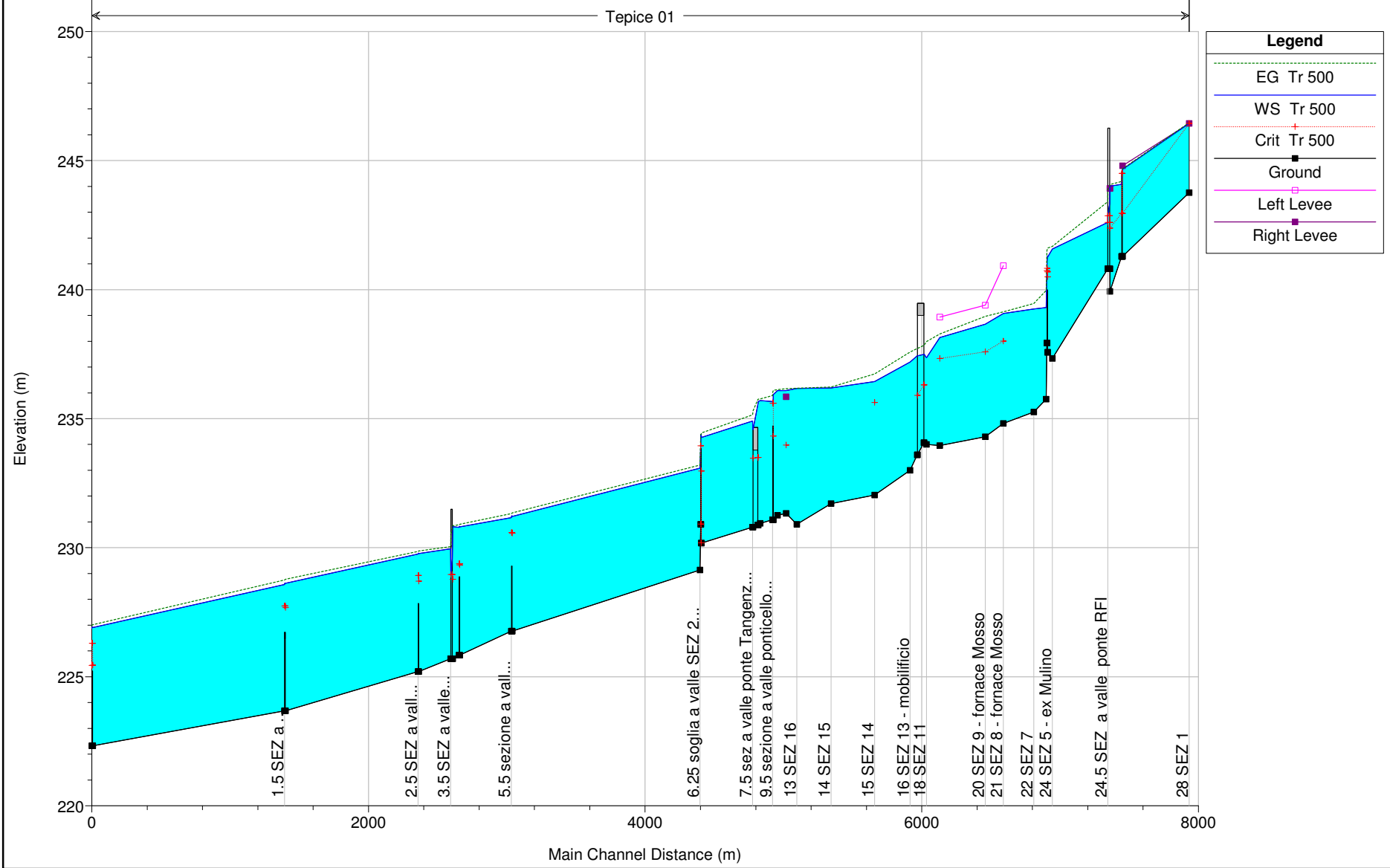
RIO TEPICE		
river Stage	SEZ	Q20
28	1	59.5
27	2	↓
26	3	↓
25	4	
24	5	
23	6	
22	7	
21	8	
20	9	
19	10	
18	11	
17	12	61.5
16	13	↓
15	14	↓
14	15	
13	16	
12	17	
11	18	
10	19	
9	20	63.3
8	21	↓
7	22	↓
6	23	64
5	24	↓
4	25	↓
3	26	
2	27	
1	28	

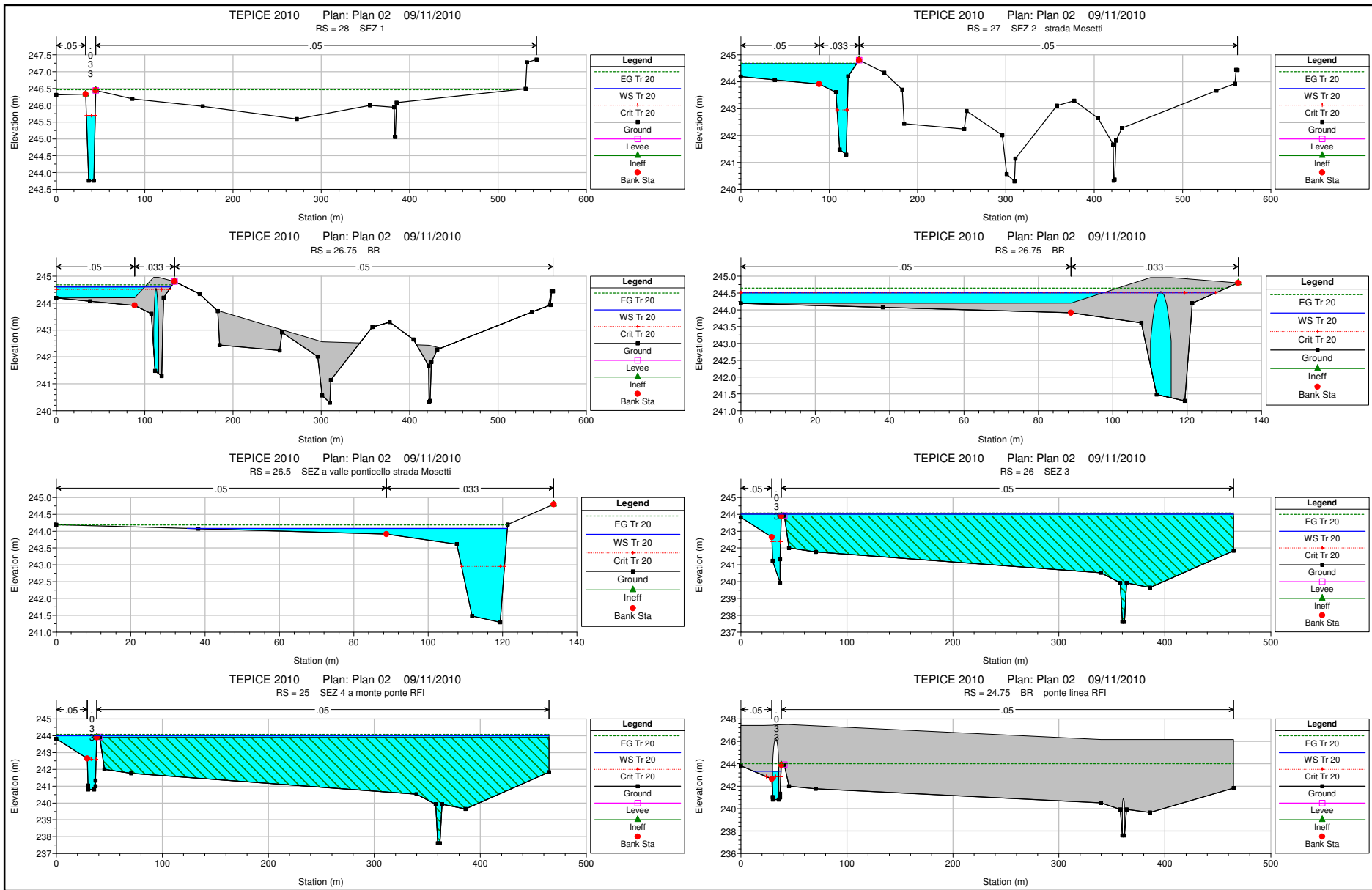
Corrispondenza fra la numerazione delle sezioni rilevate (SEZ) e la numerazione delle sezioni idrauliche nel modello (river Stage).
Le portate calcolate nelle diverse sezioni idrografiche sono applicate in corrispondenza delle sezioni indicate qui a lato.

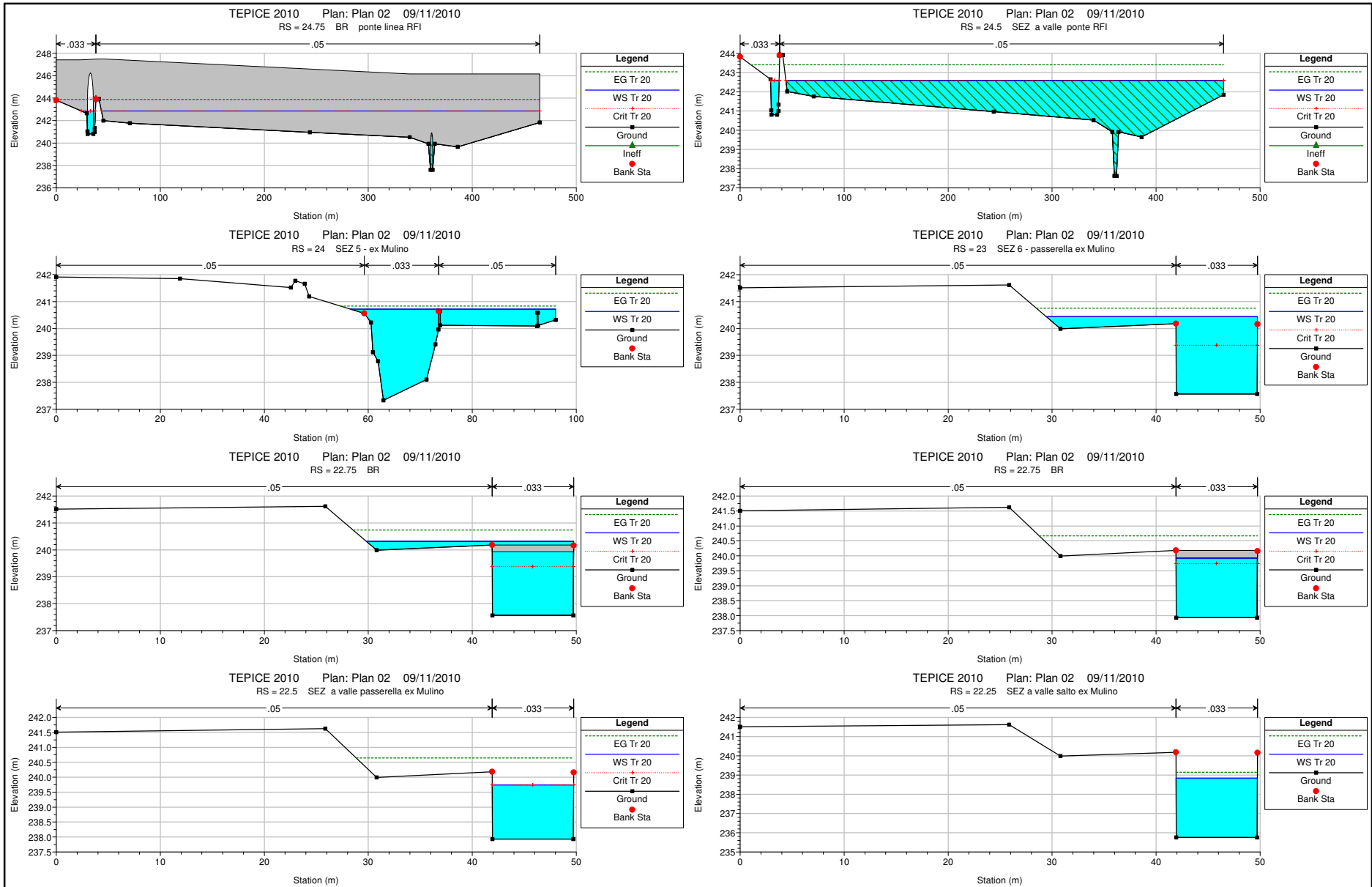


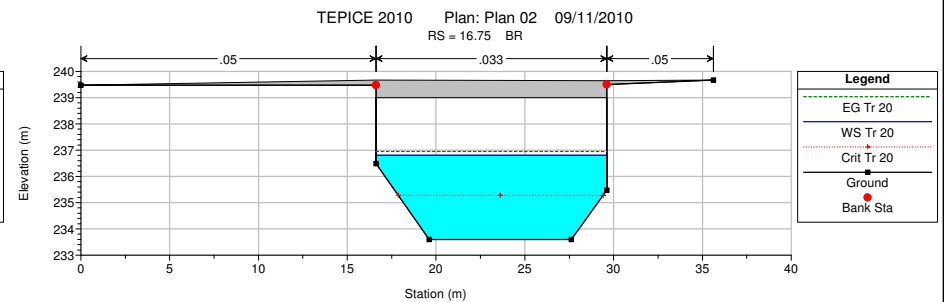
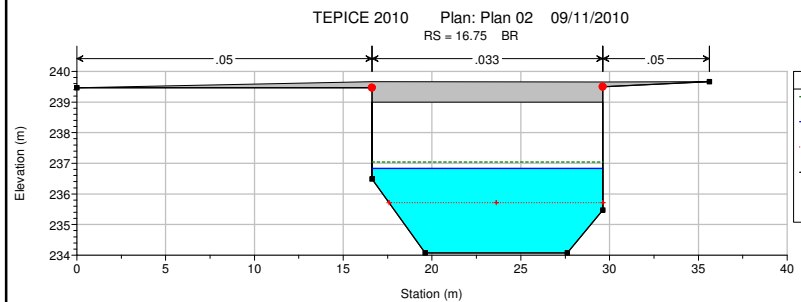
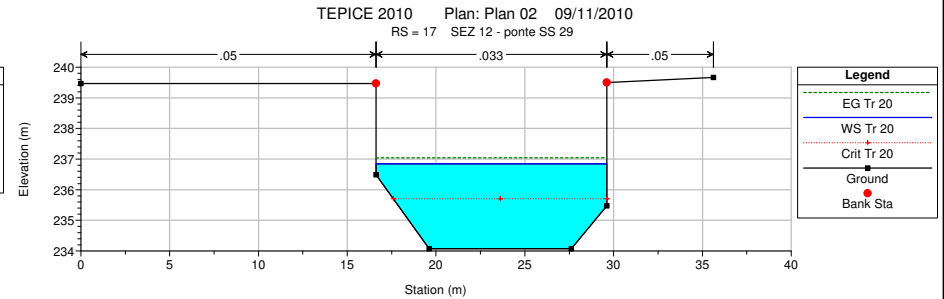
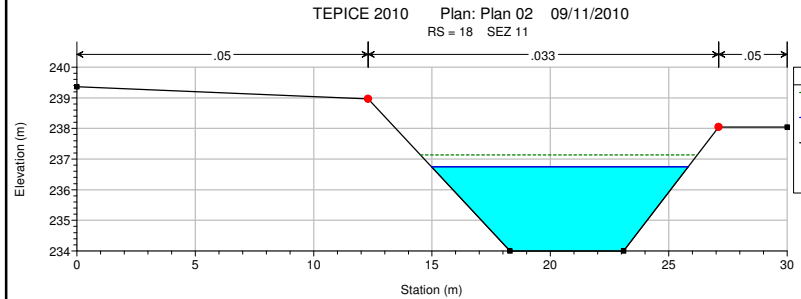
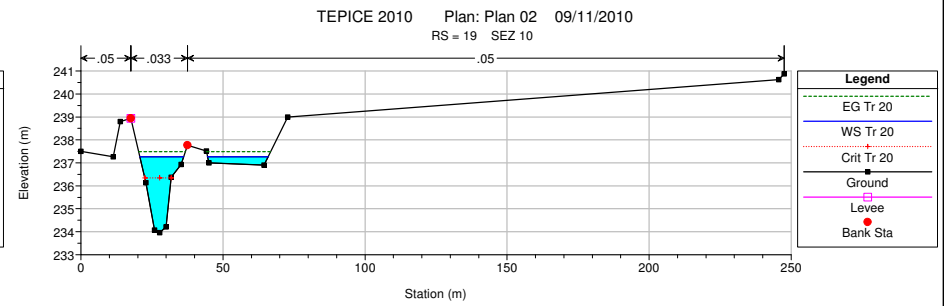
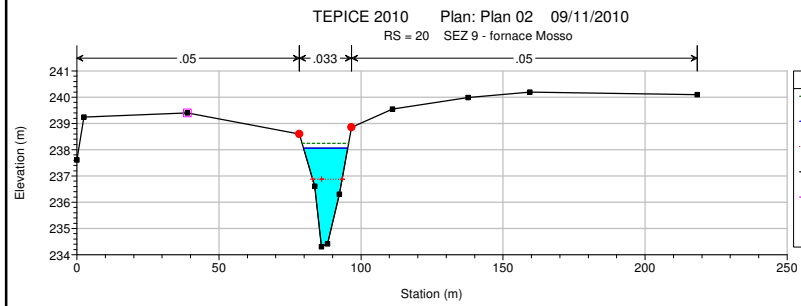
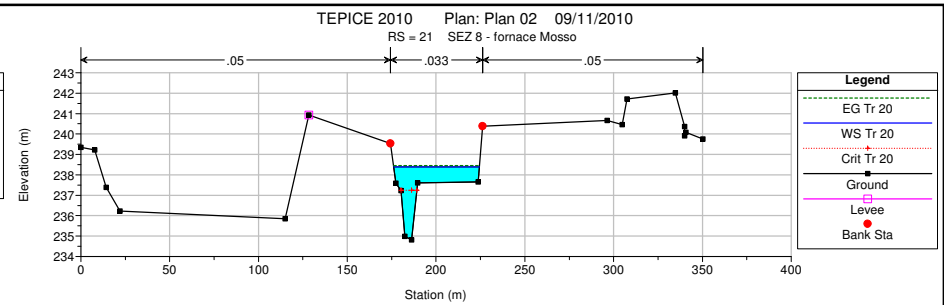
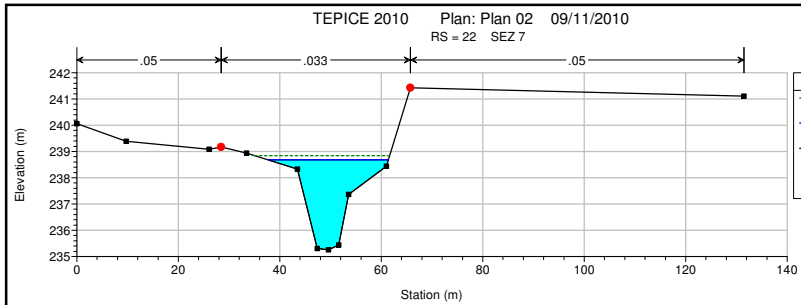


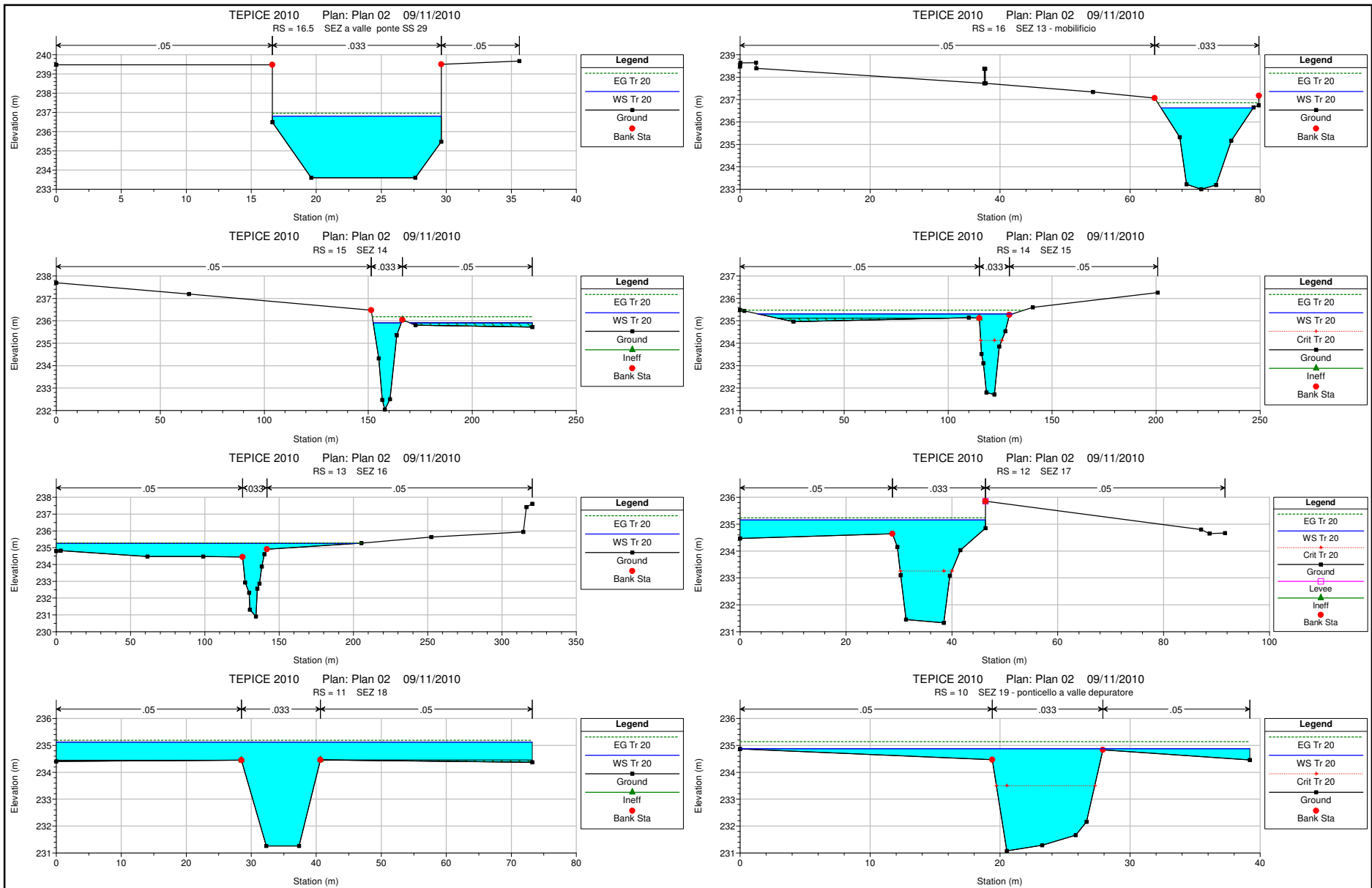


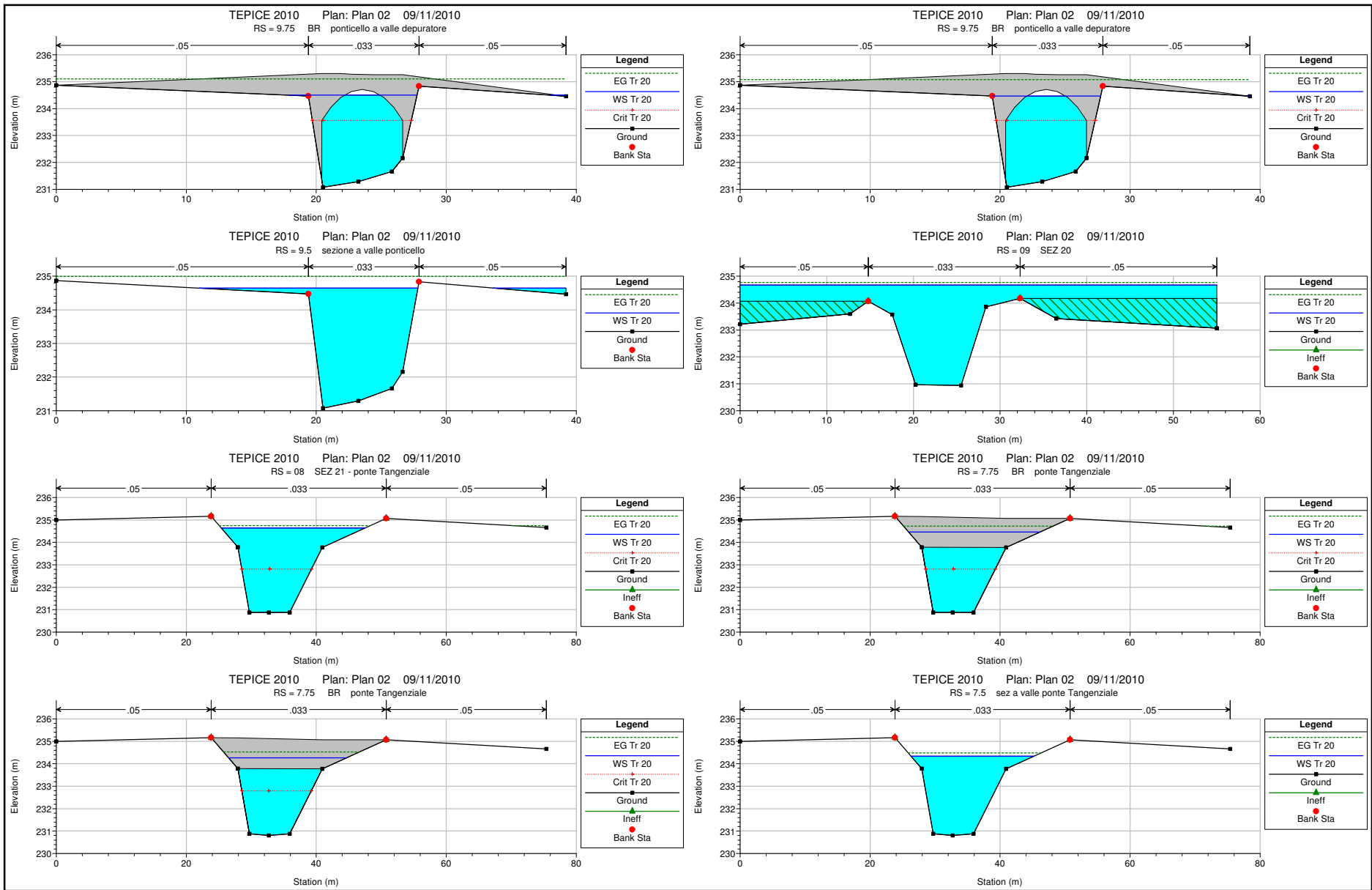


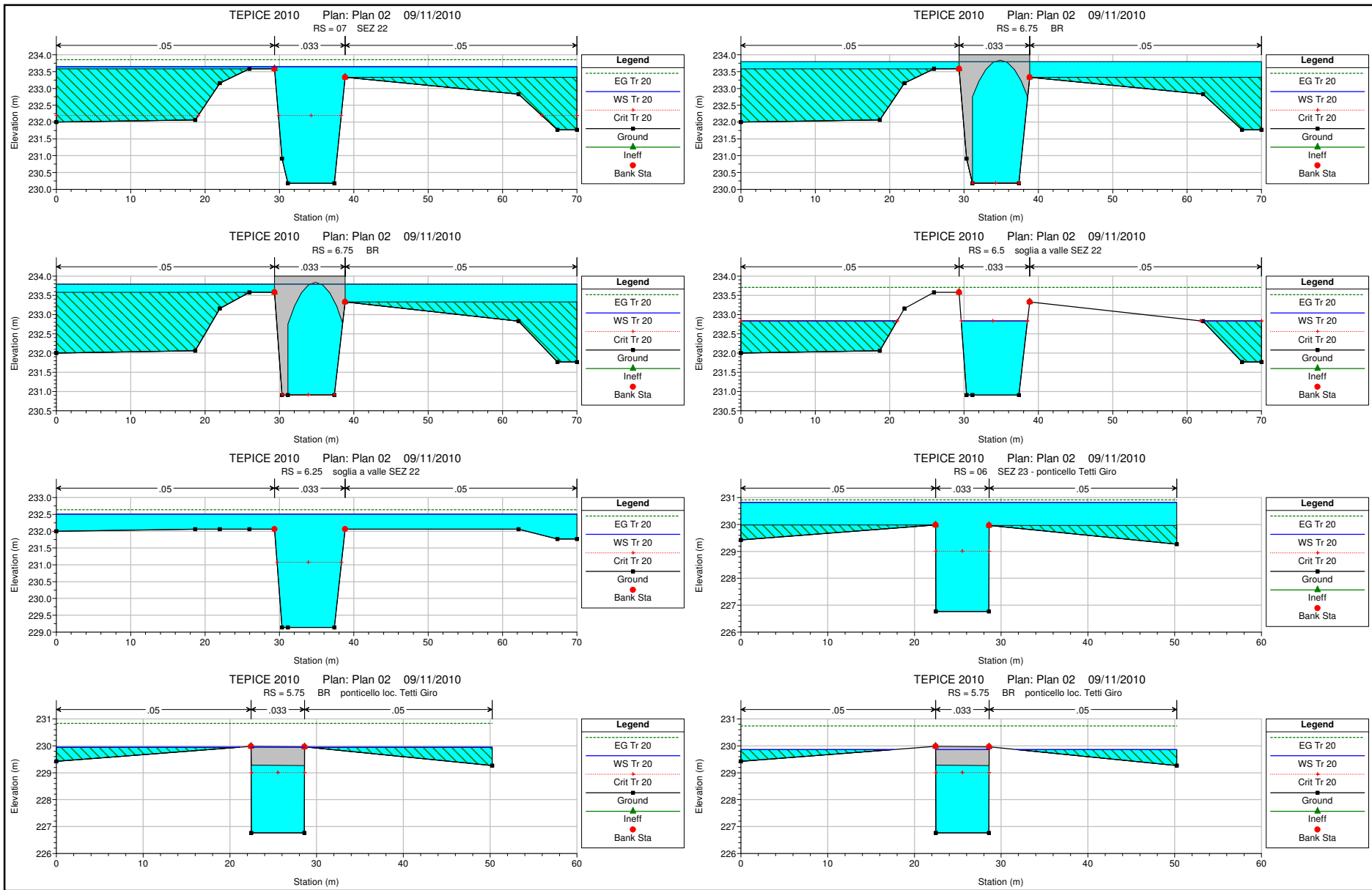


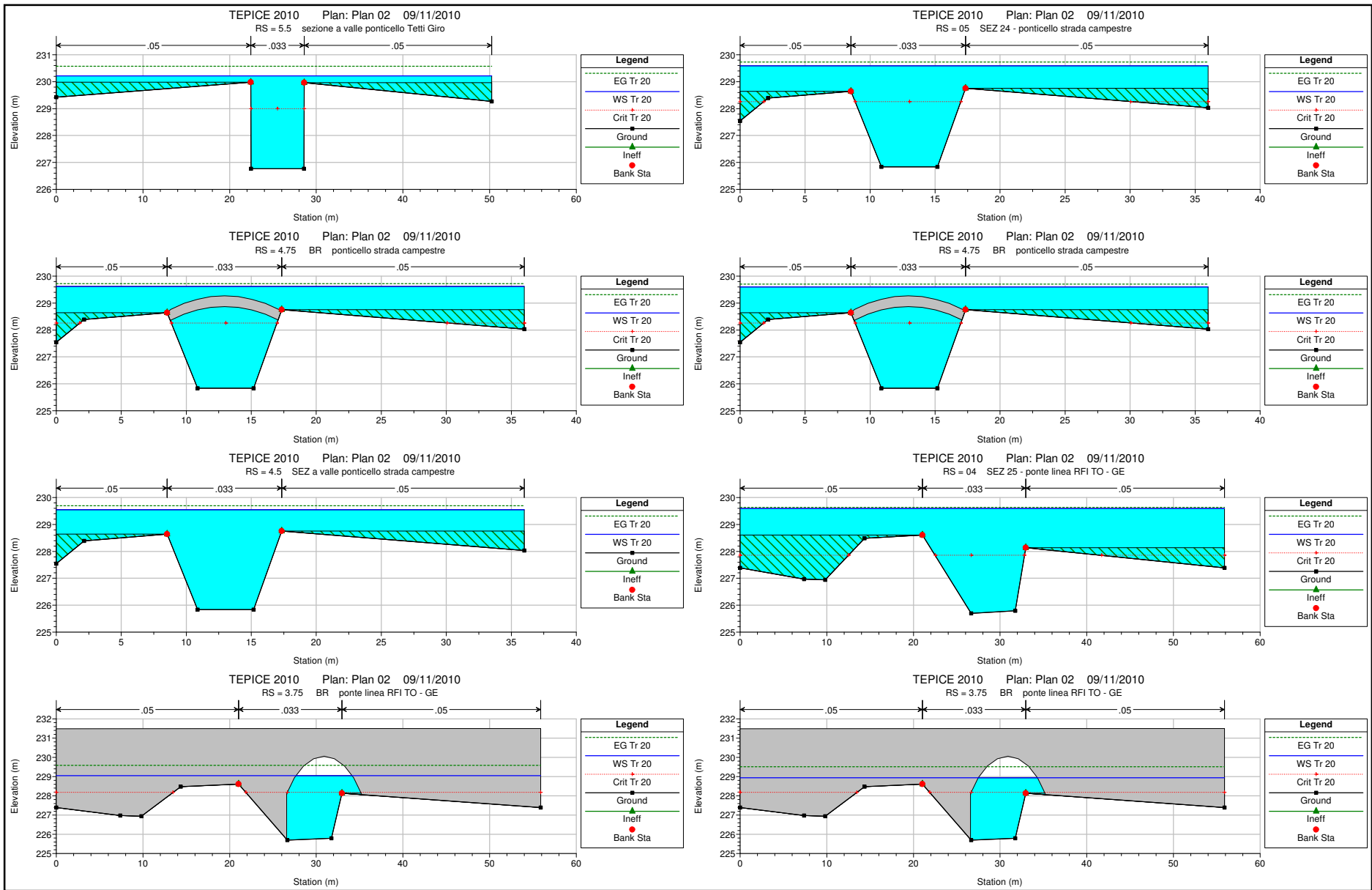


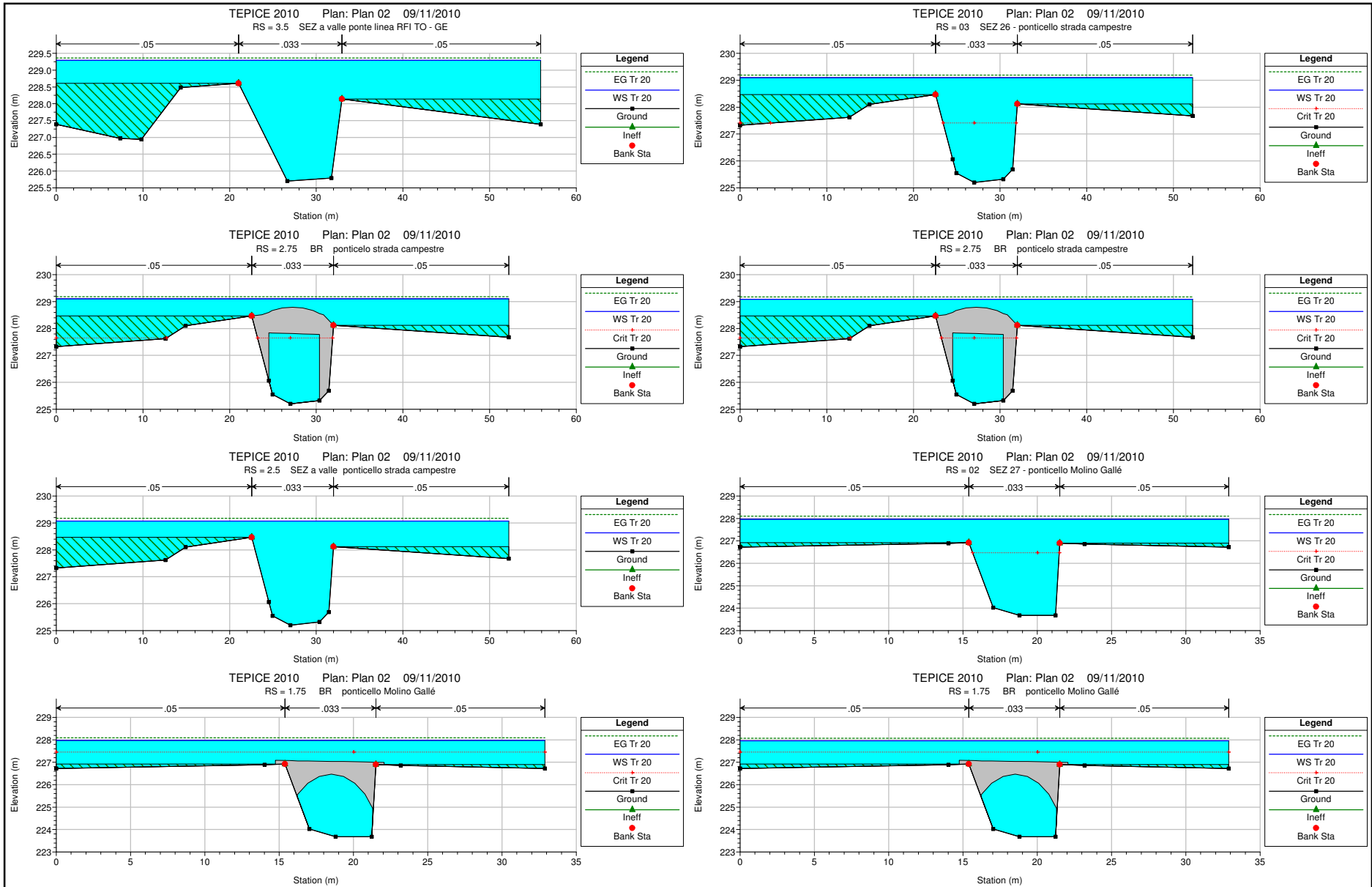


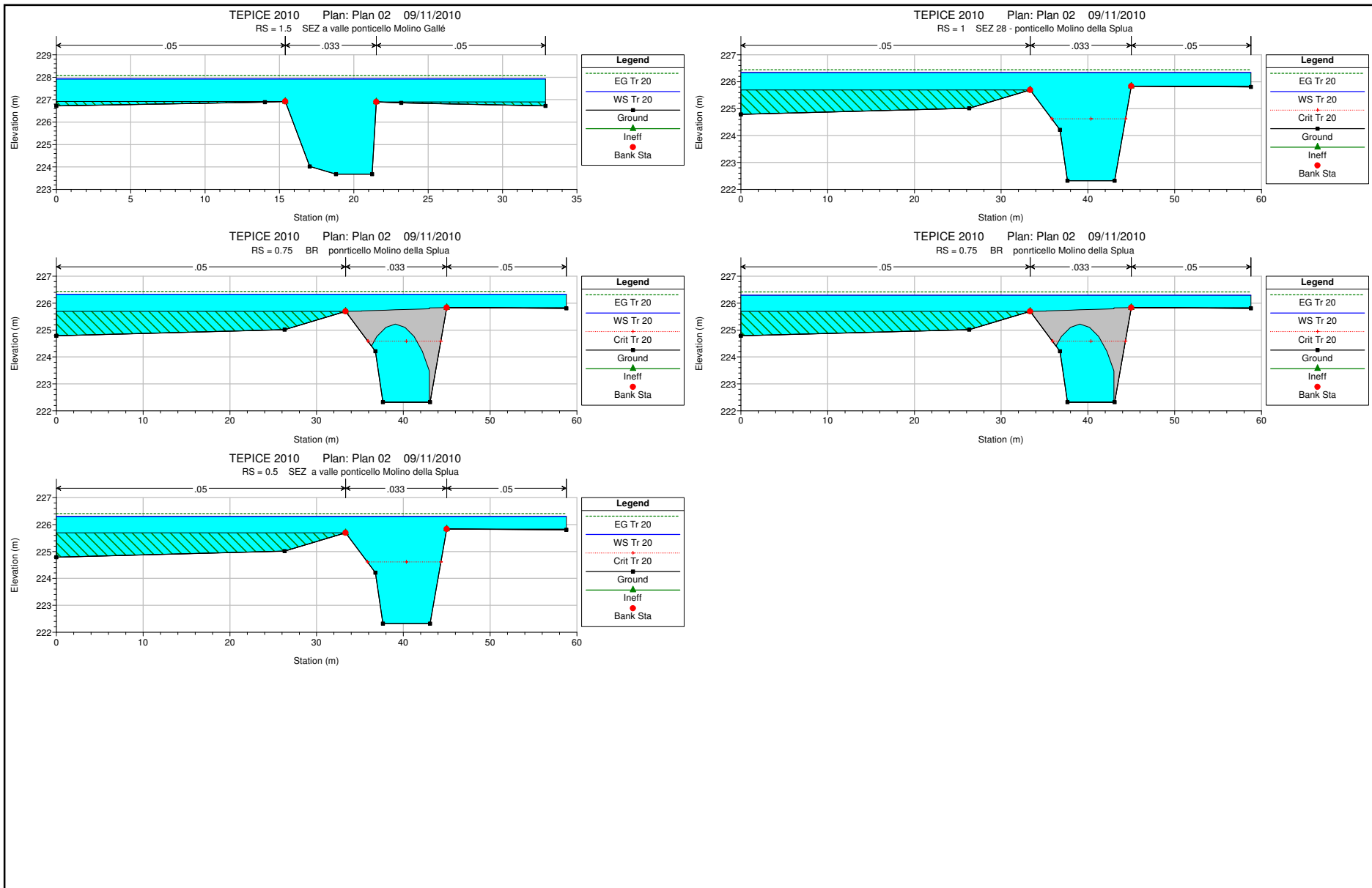


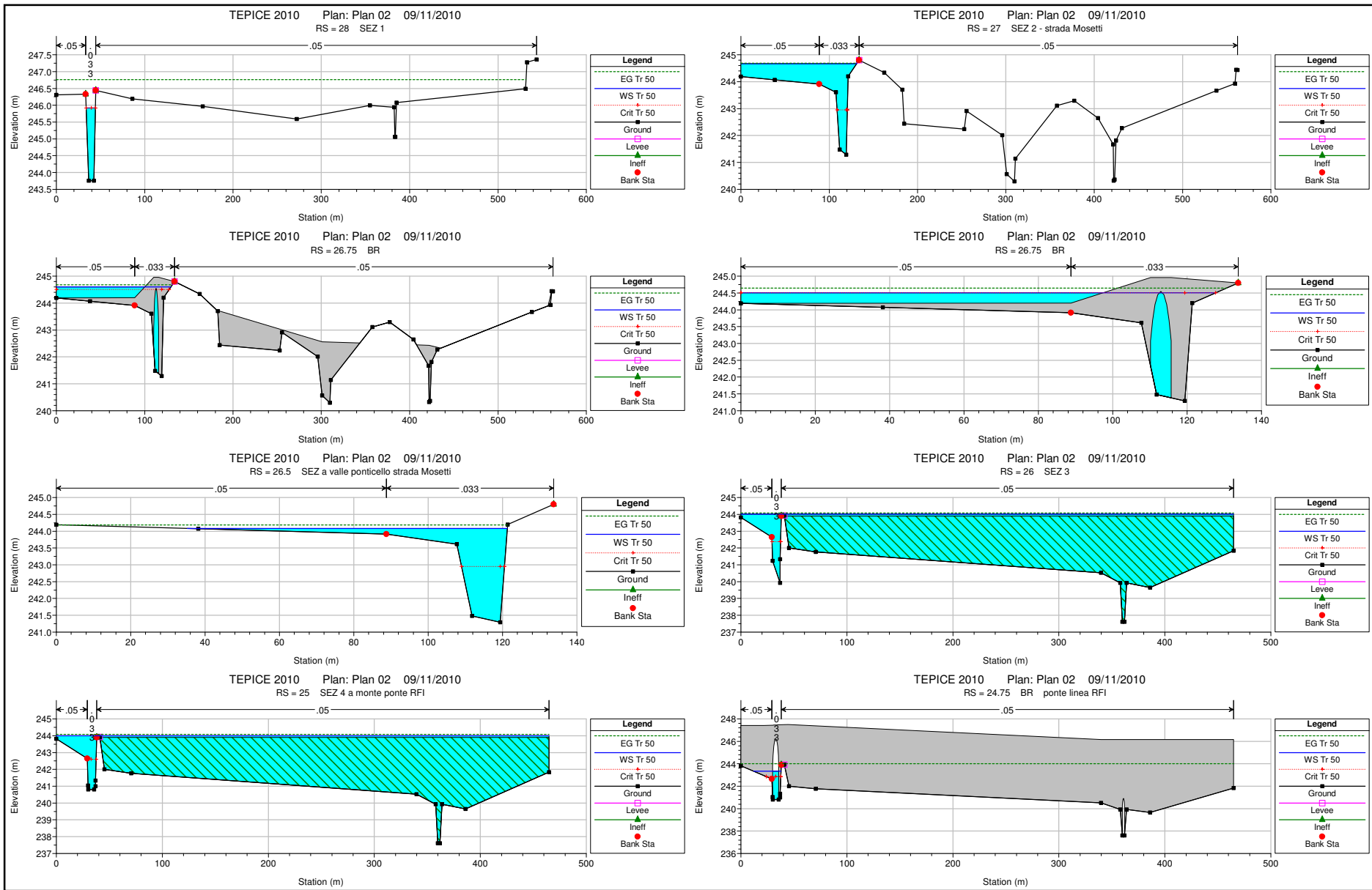


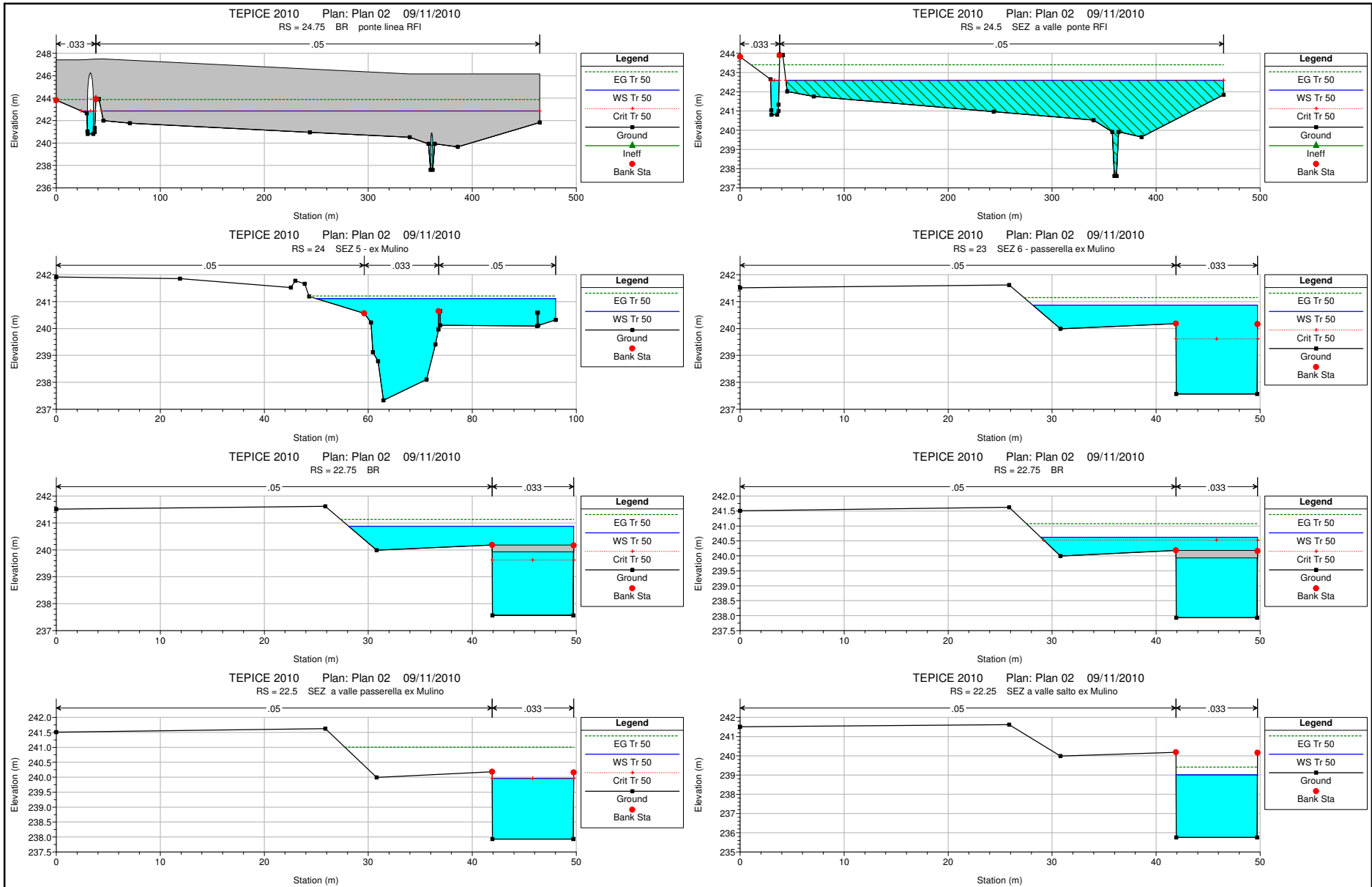


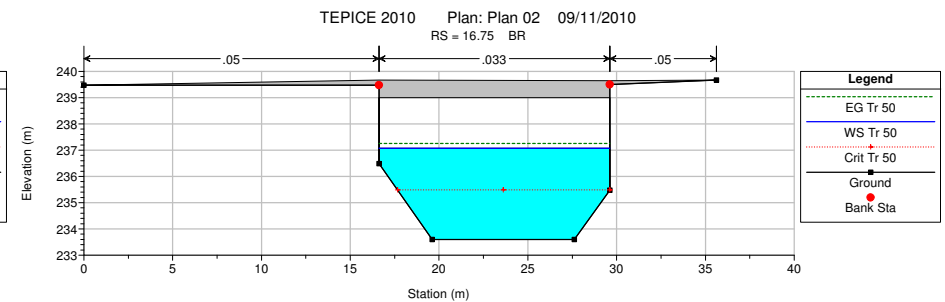
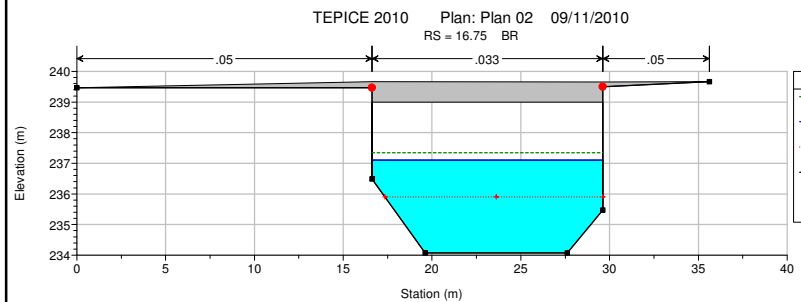
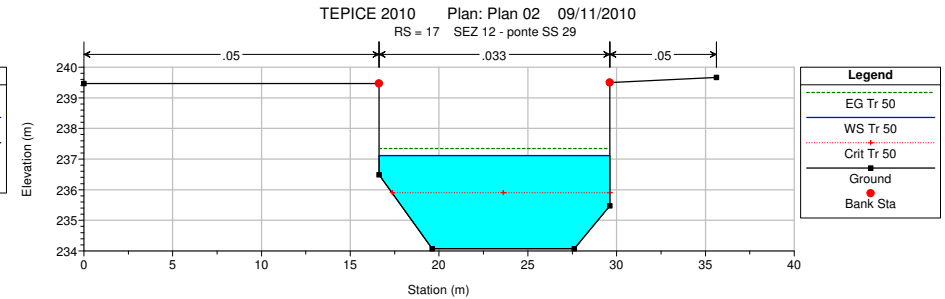
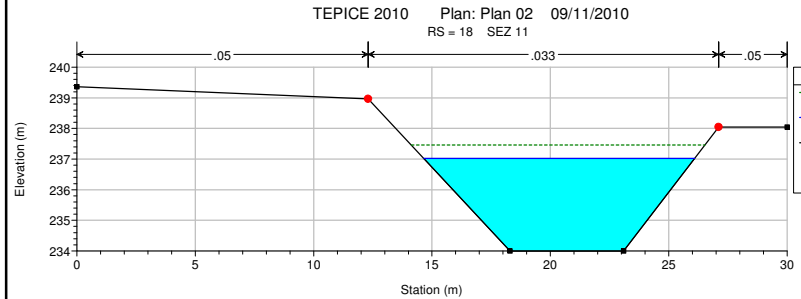
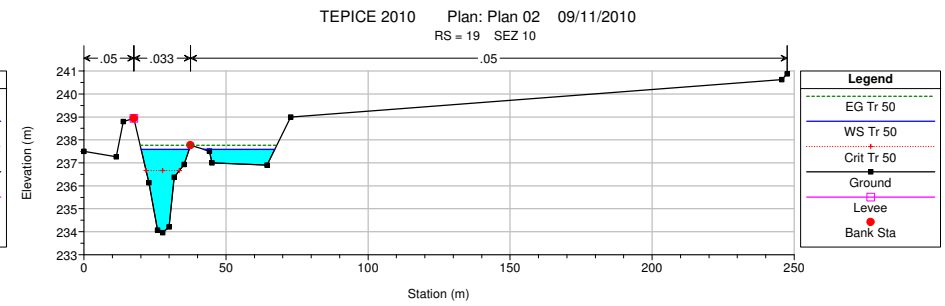
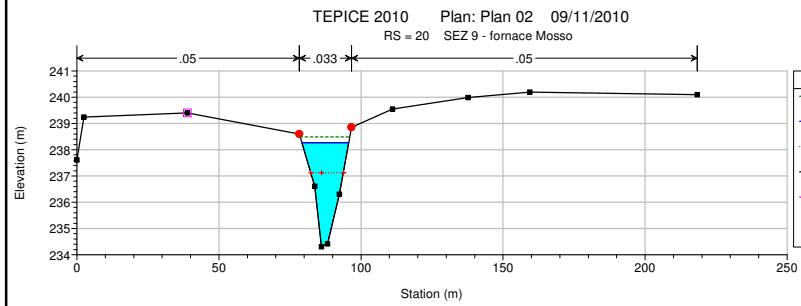
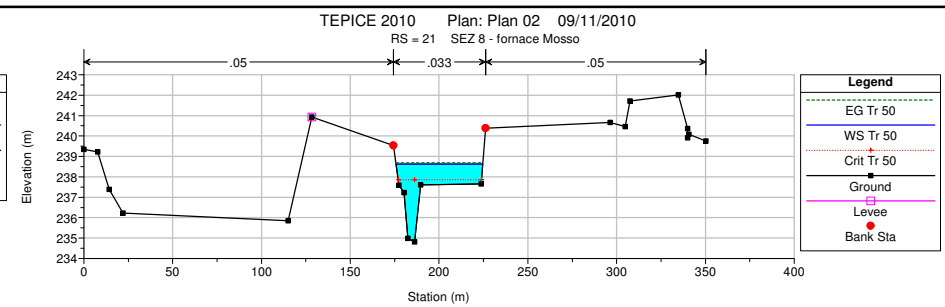
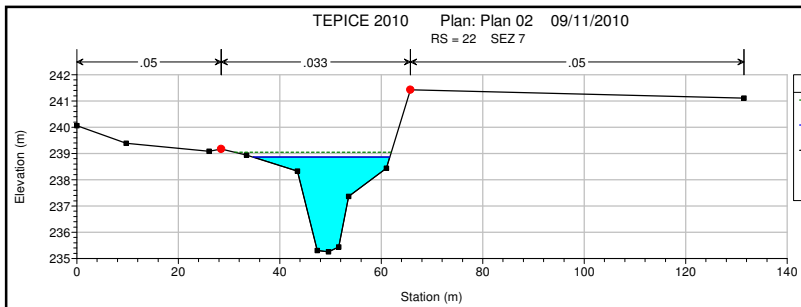


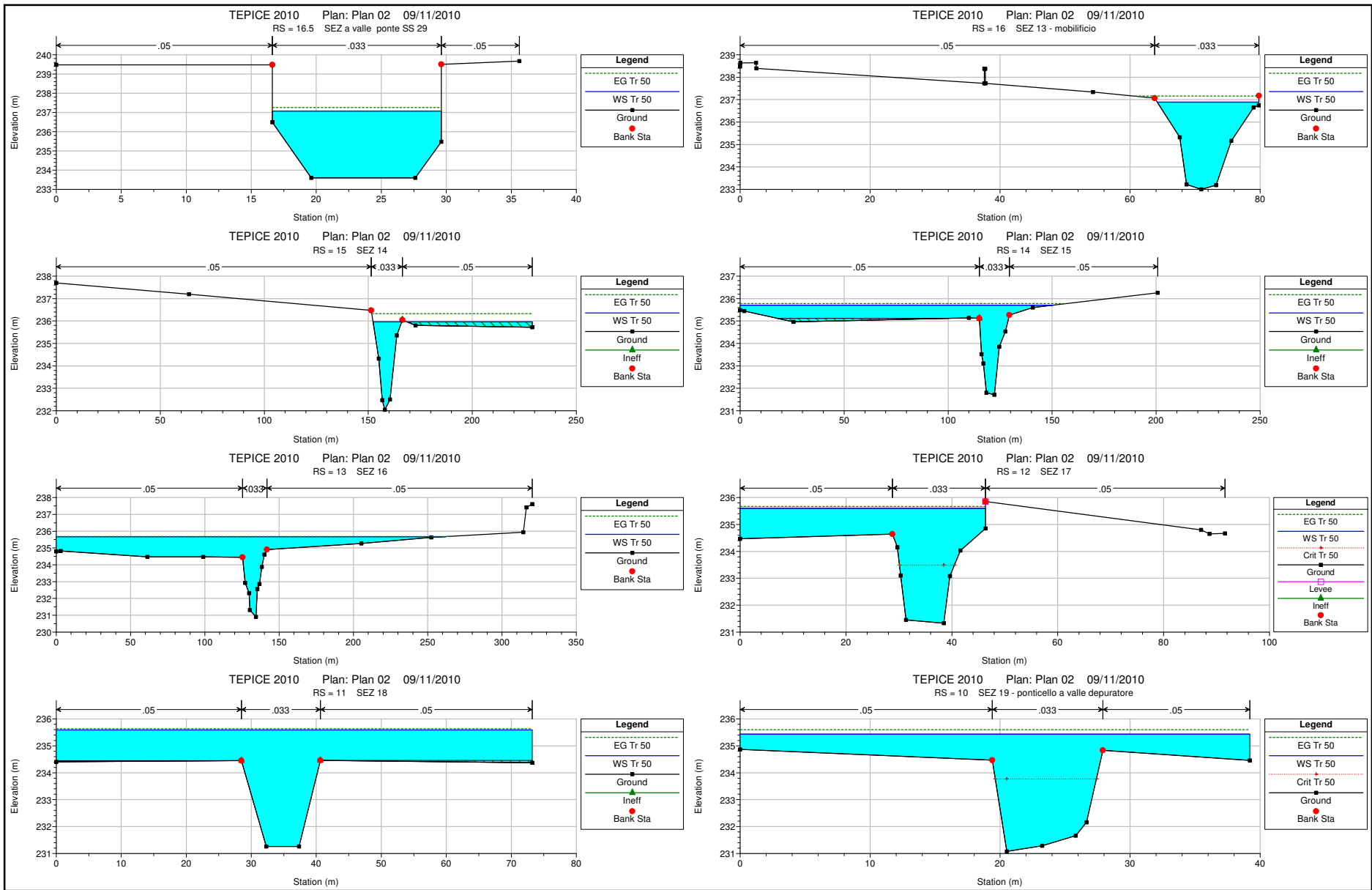


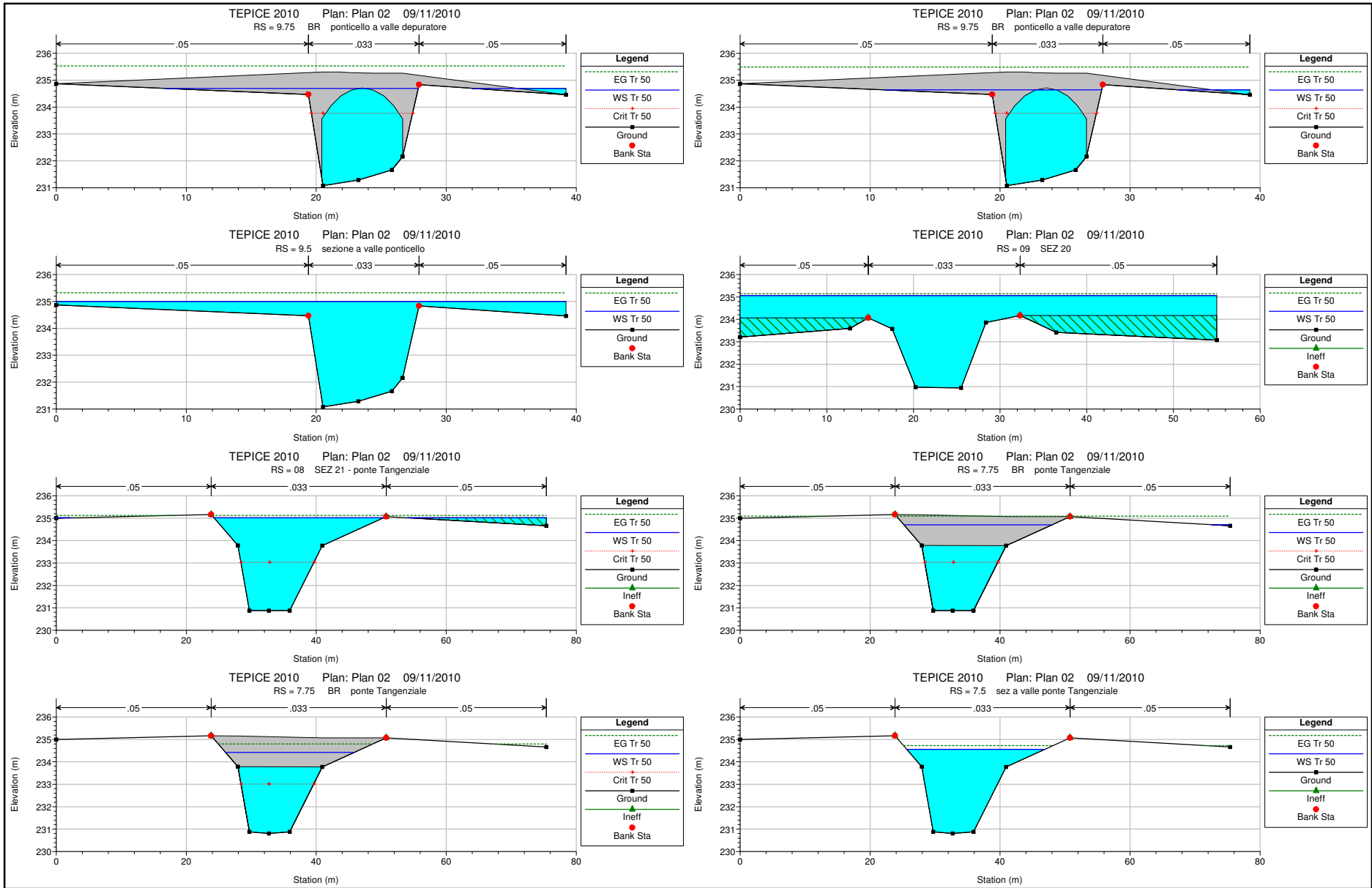


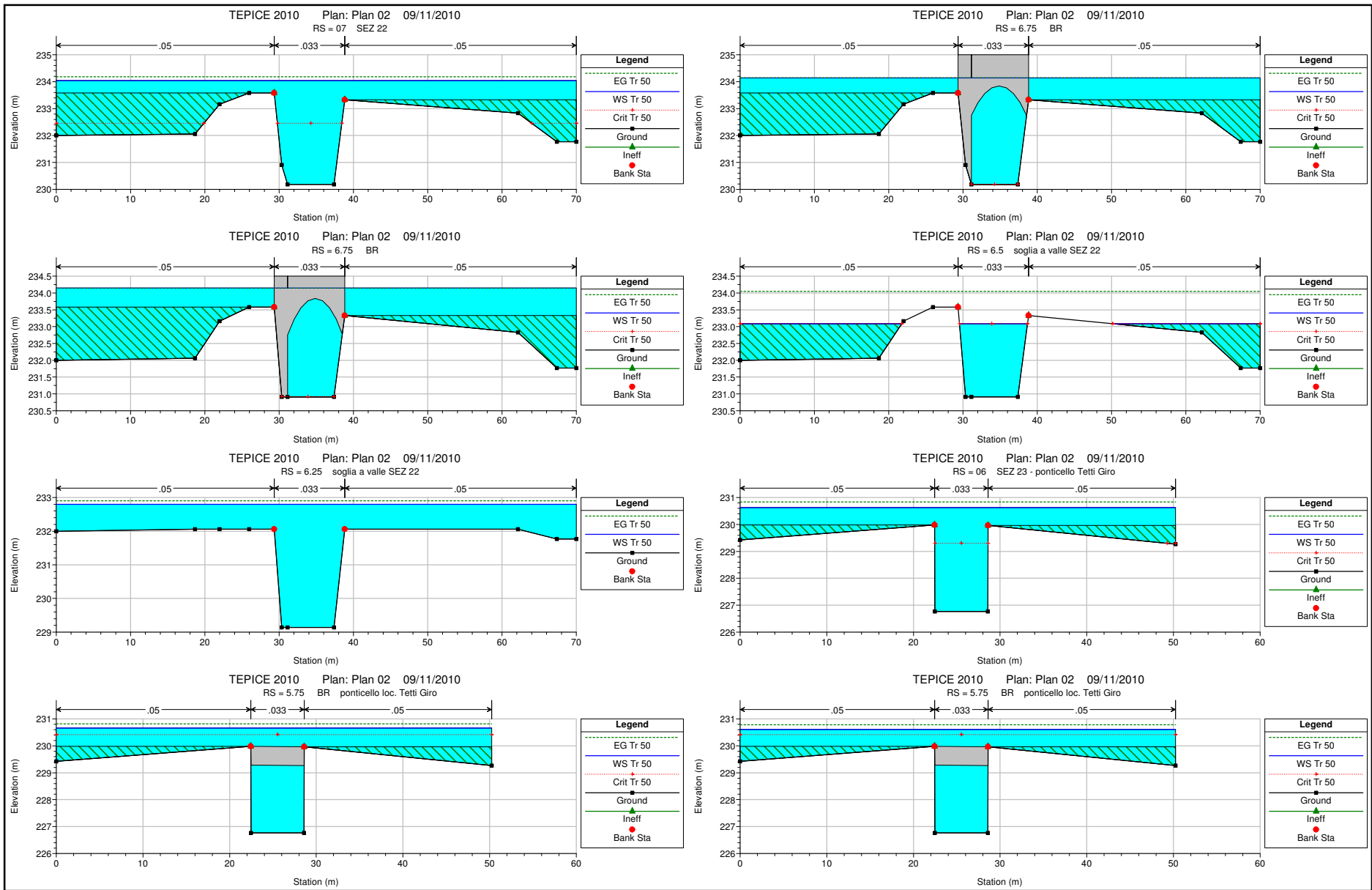


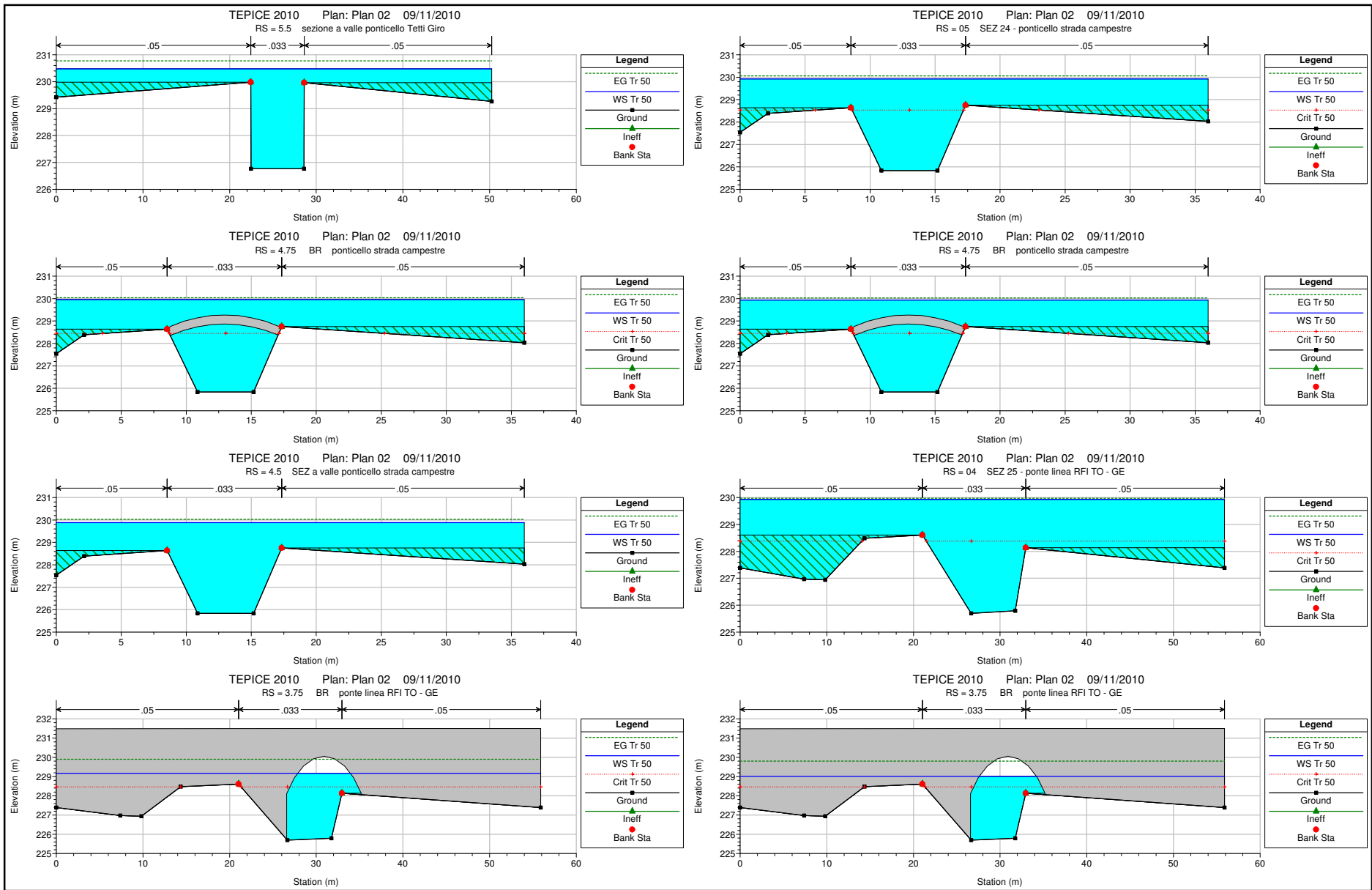


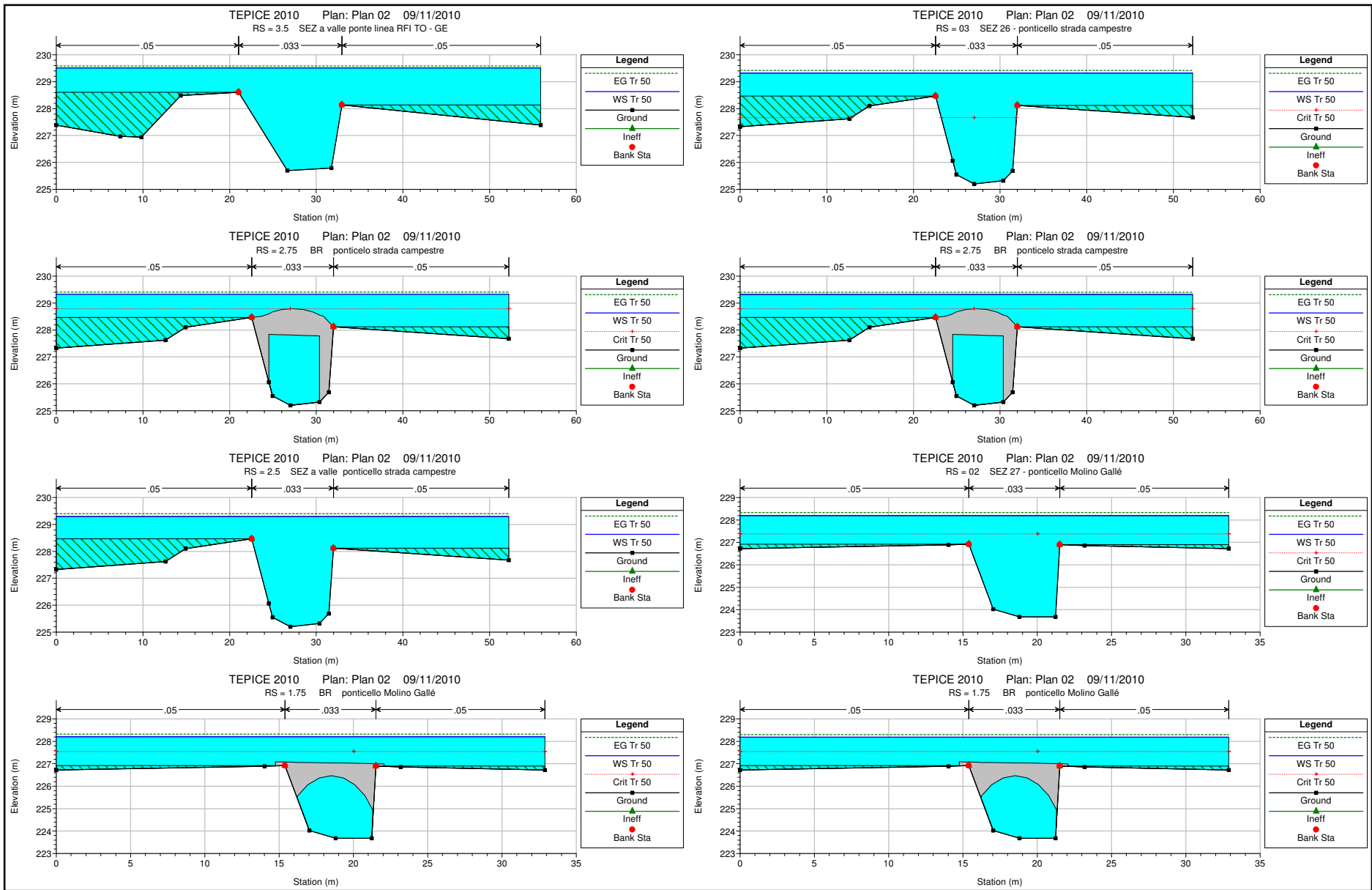


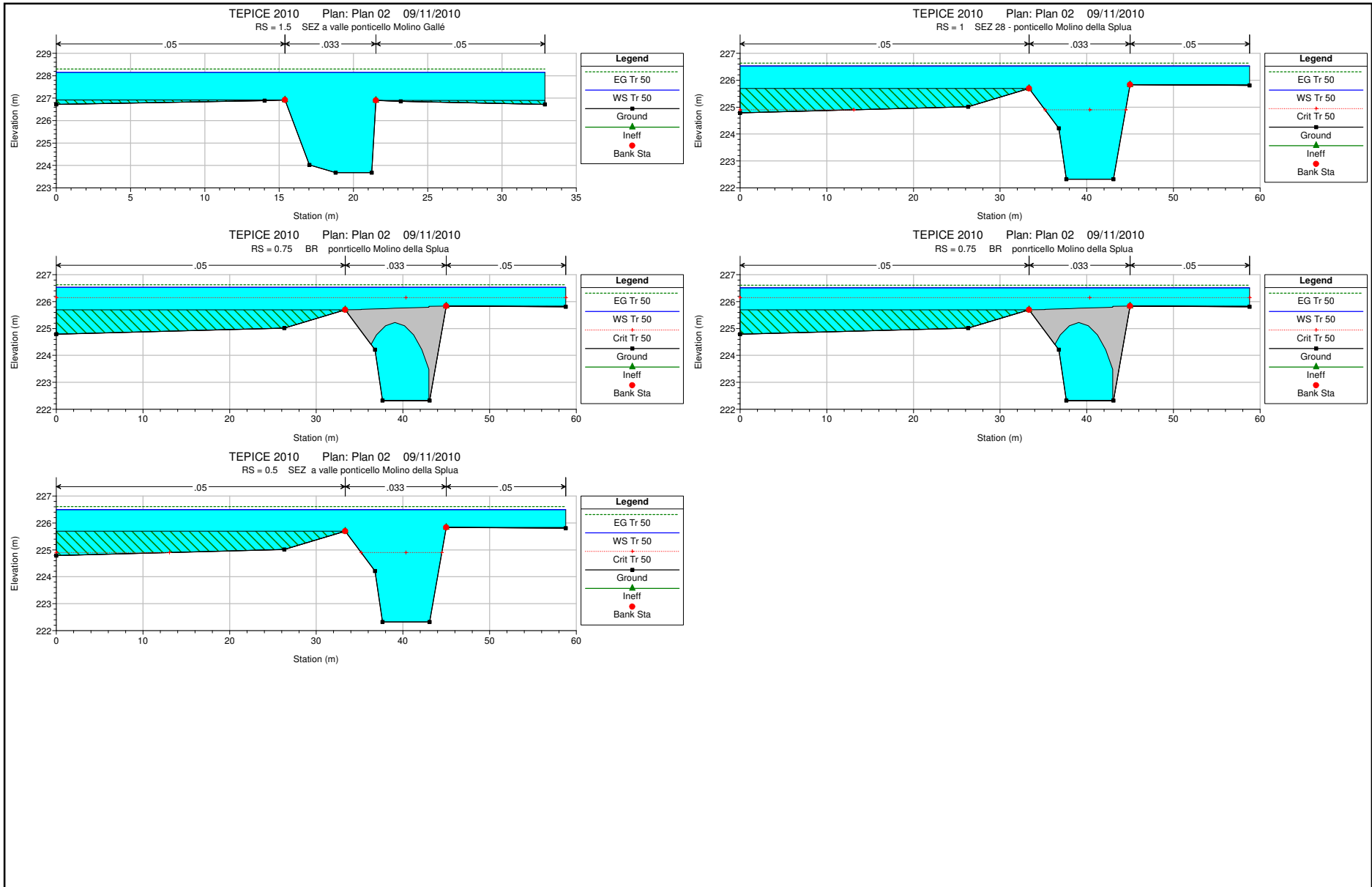


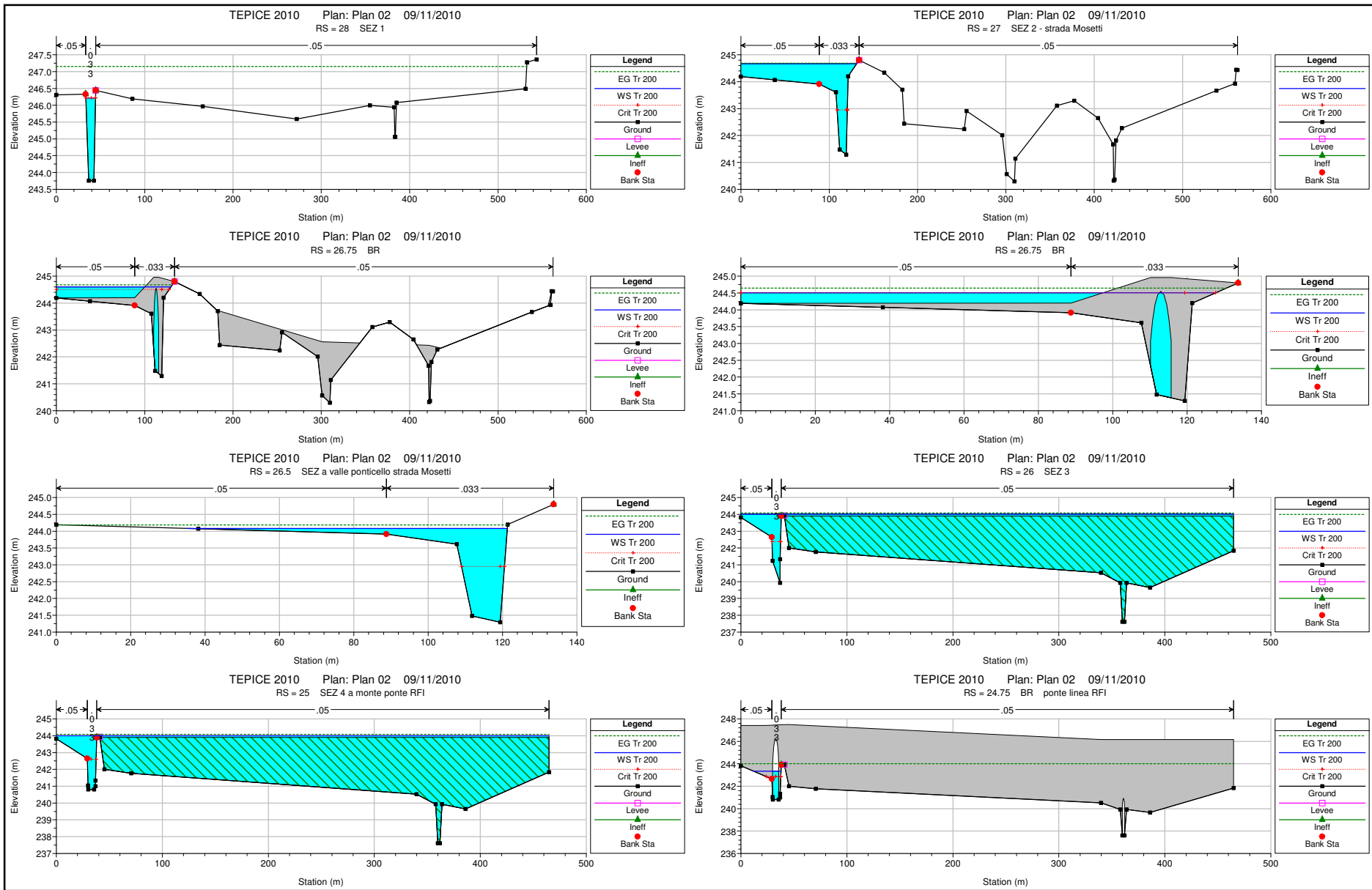


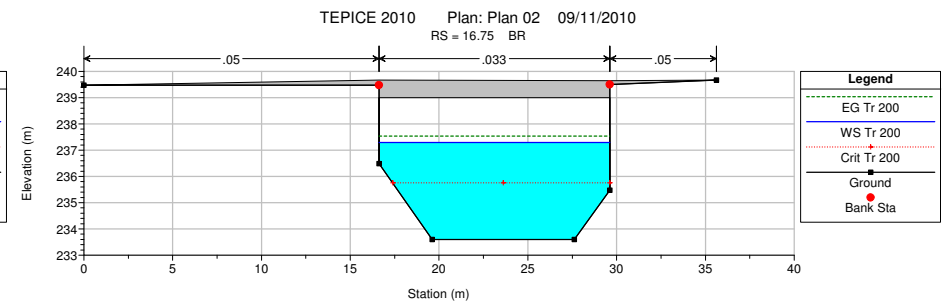
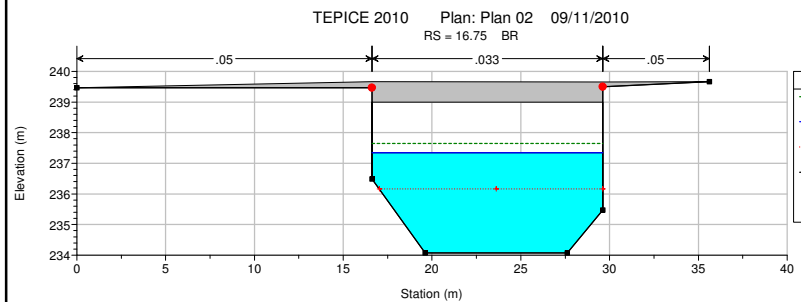
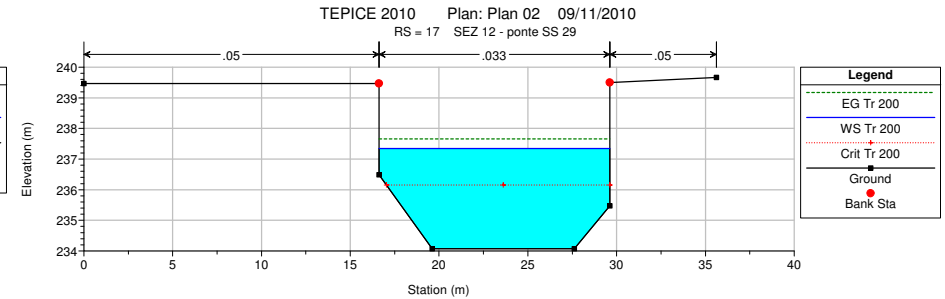
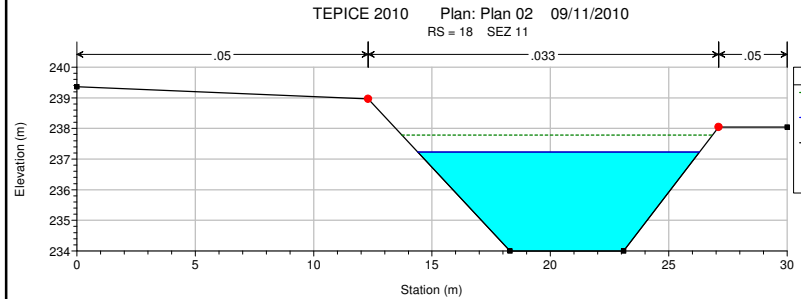
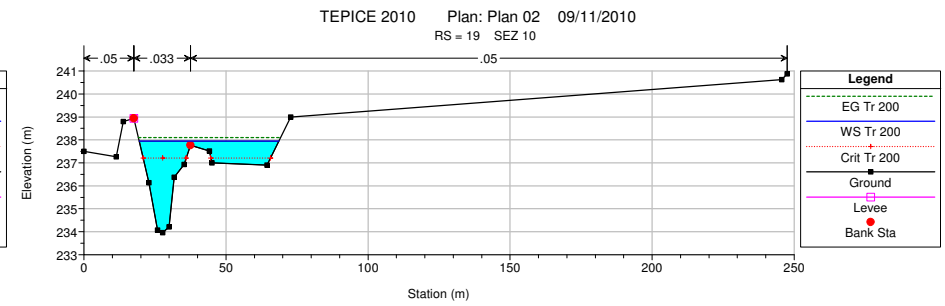
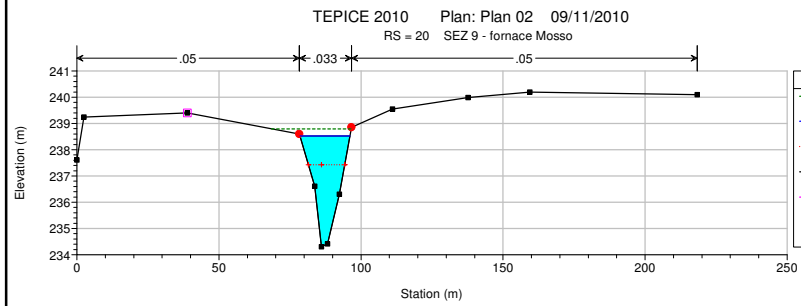
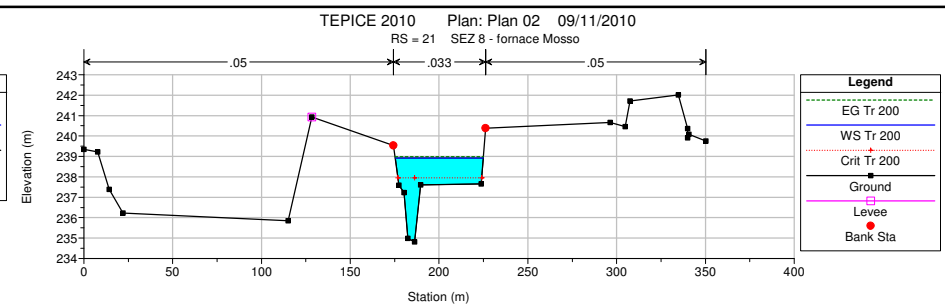
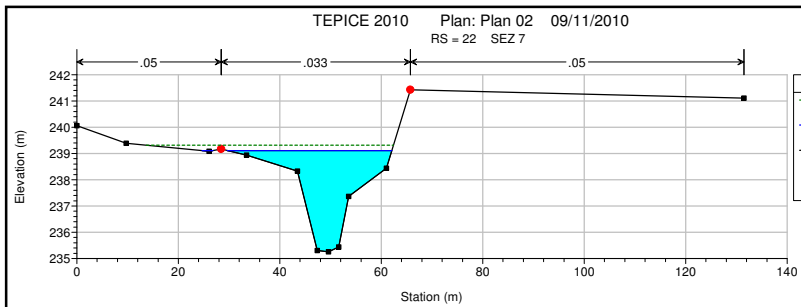


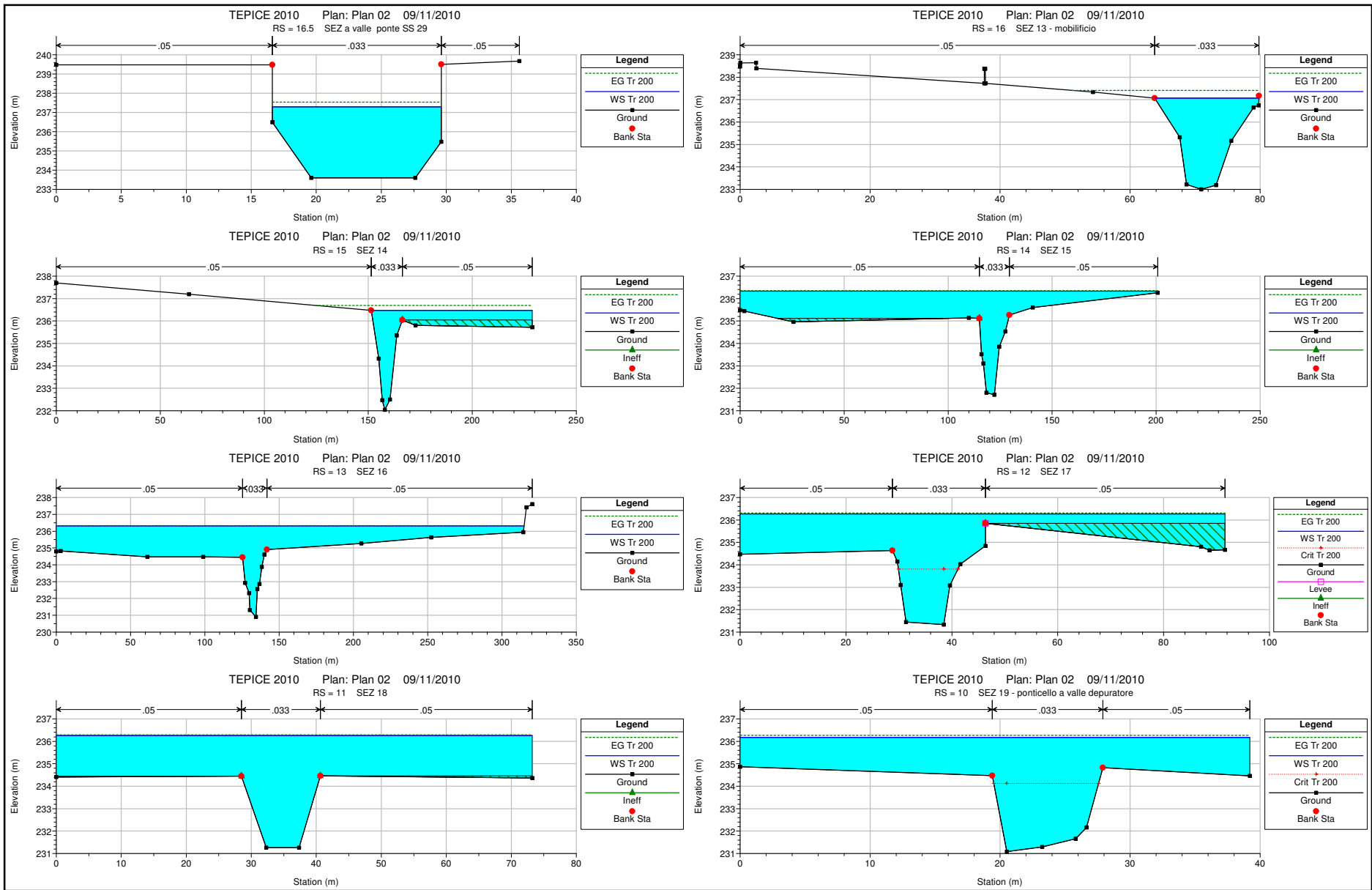


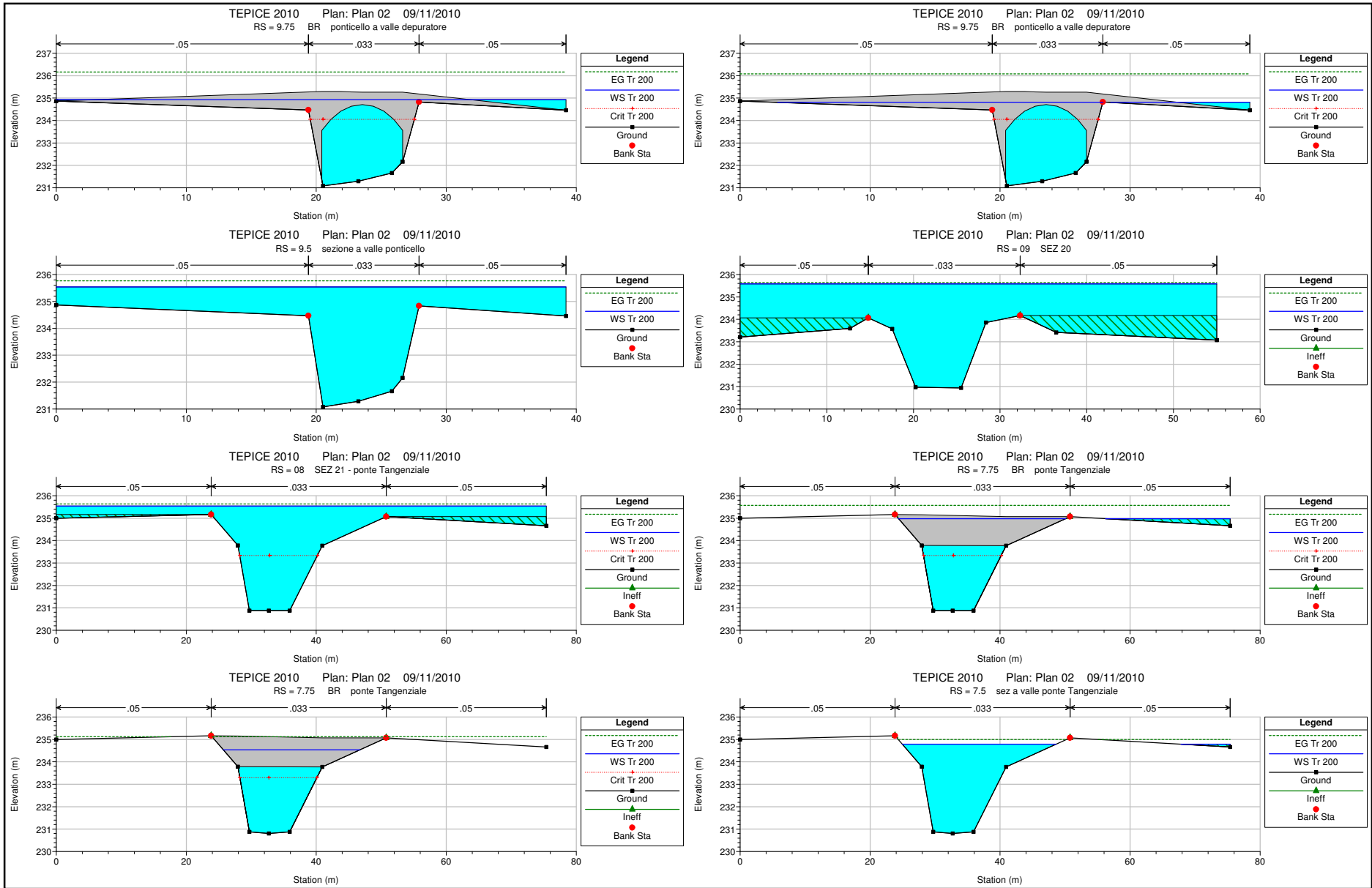


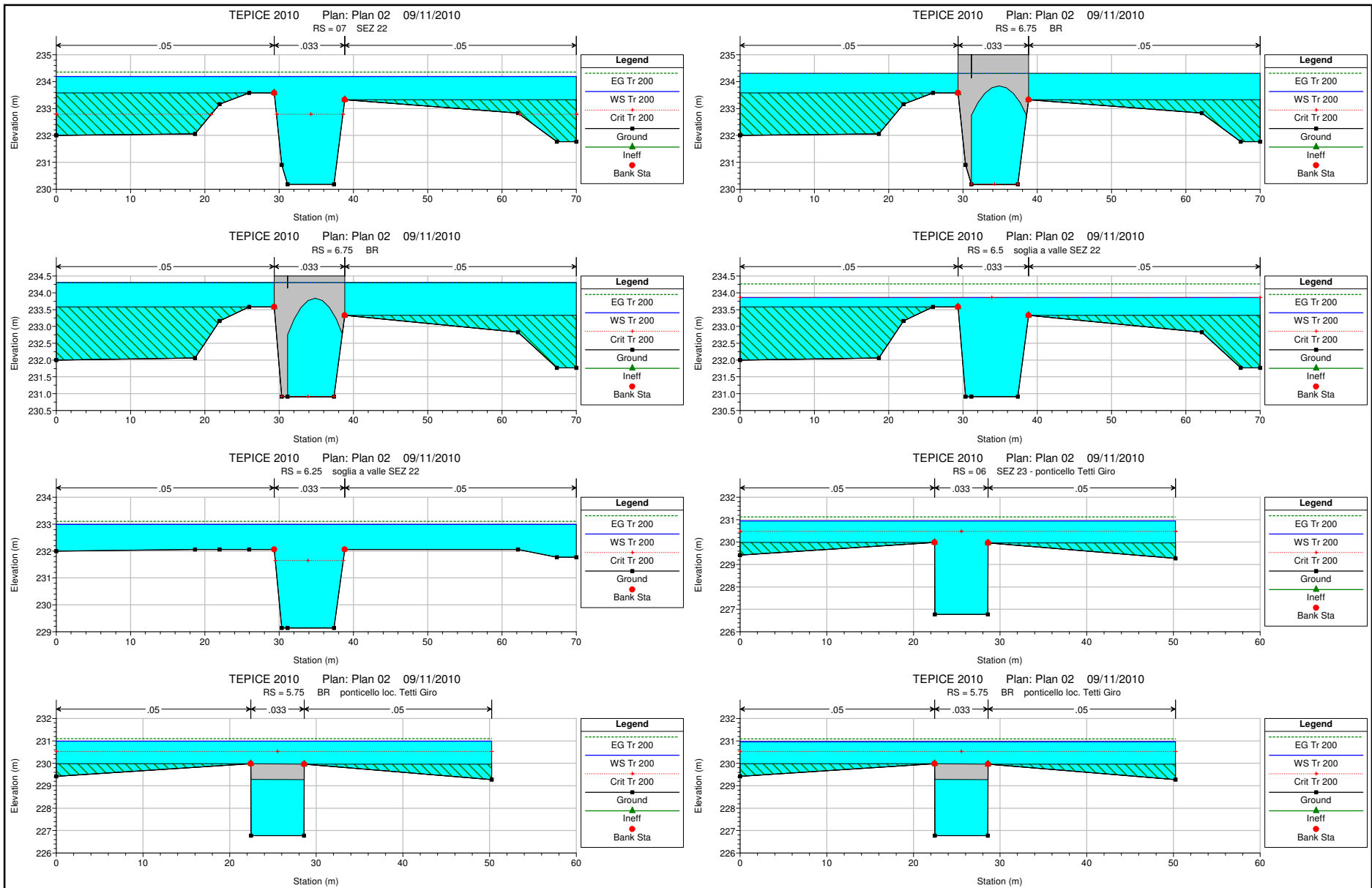


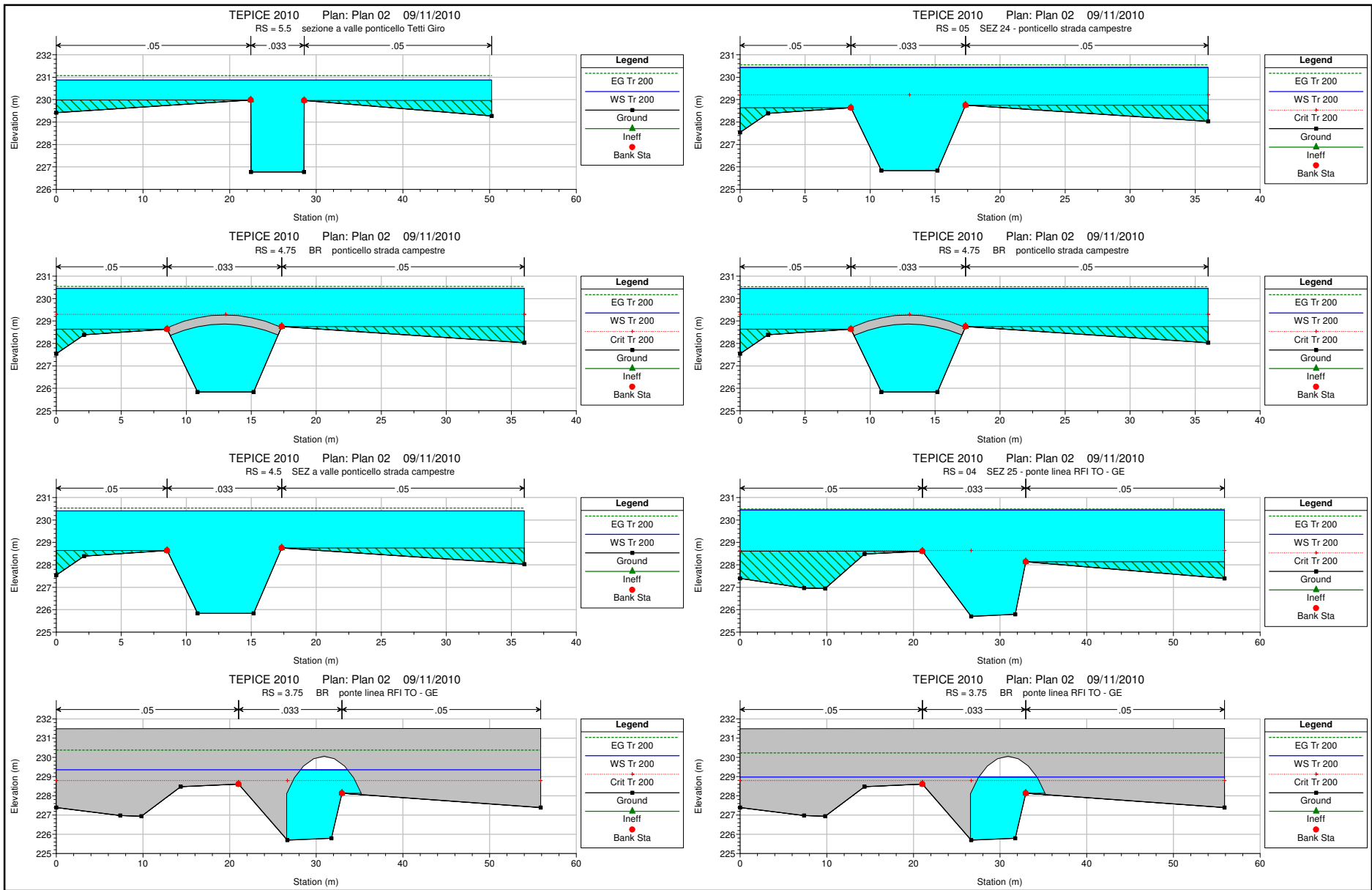


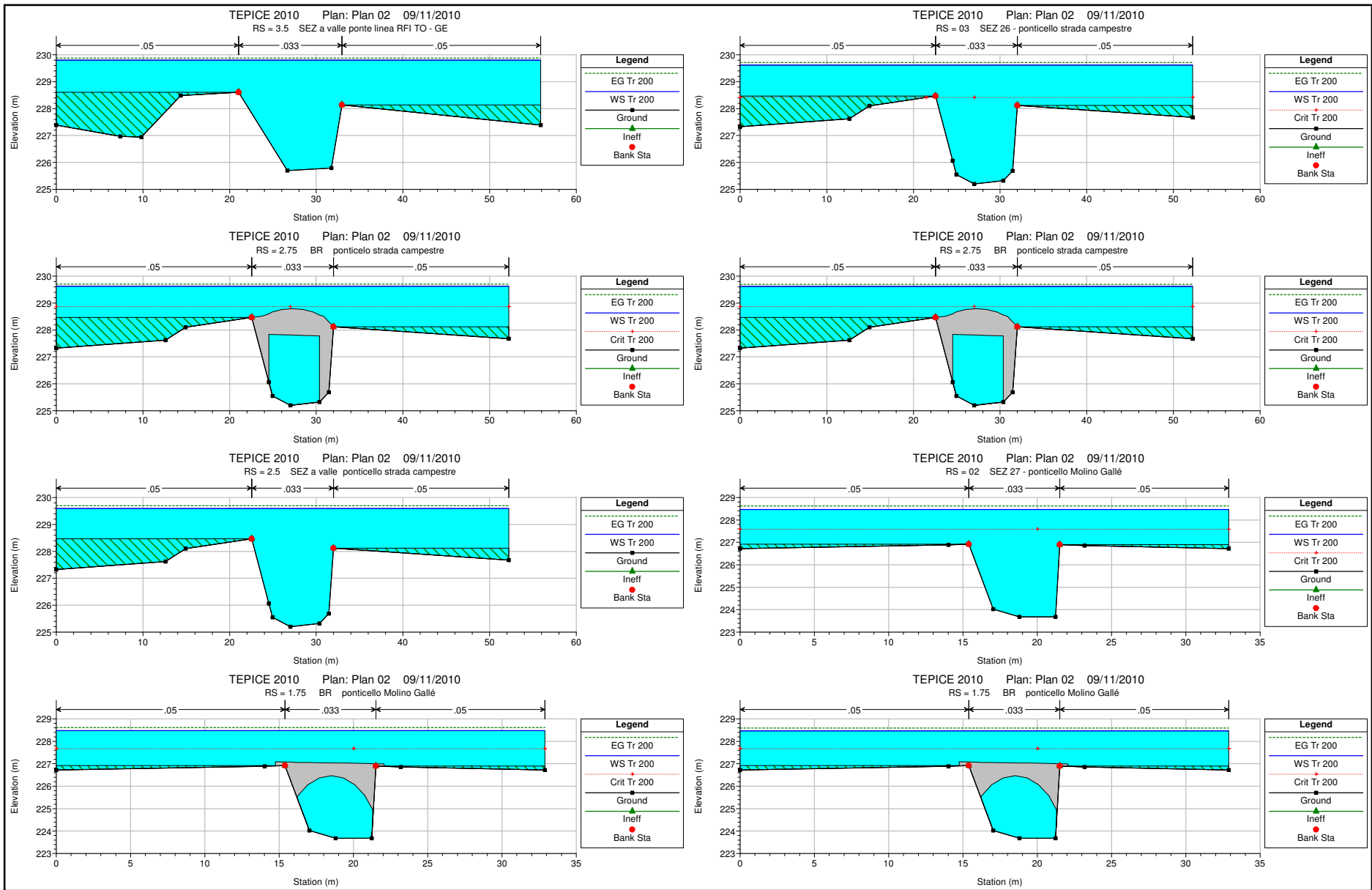


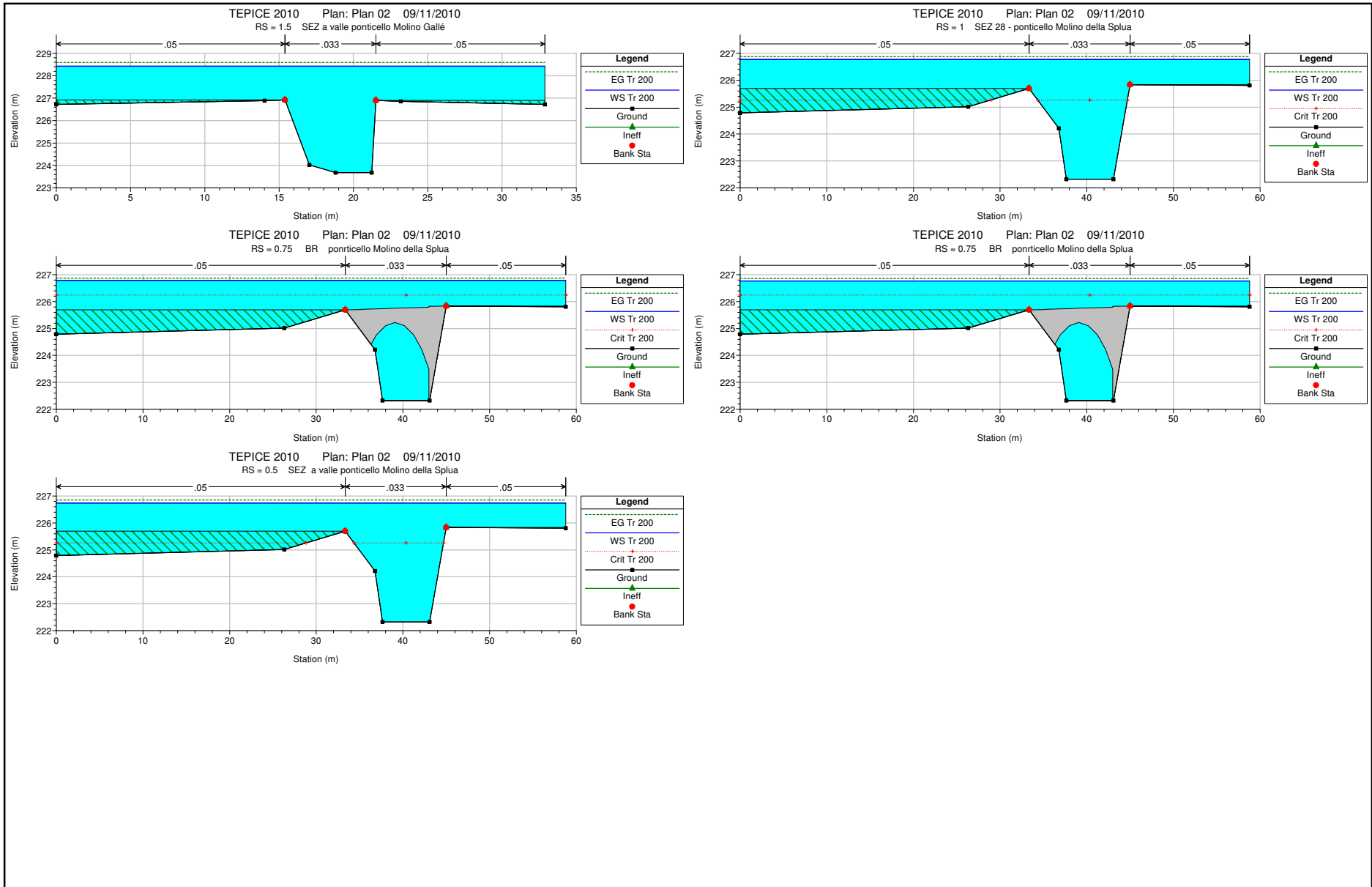


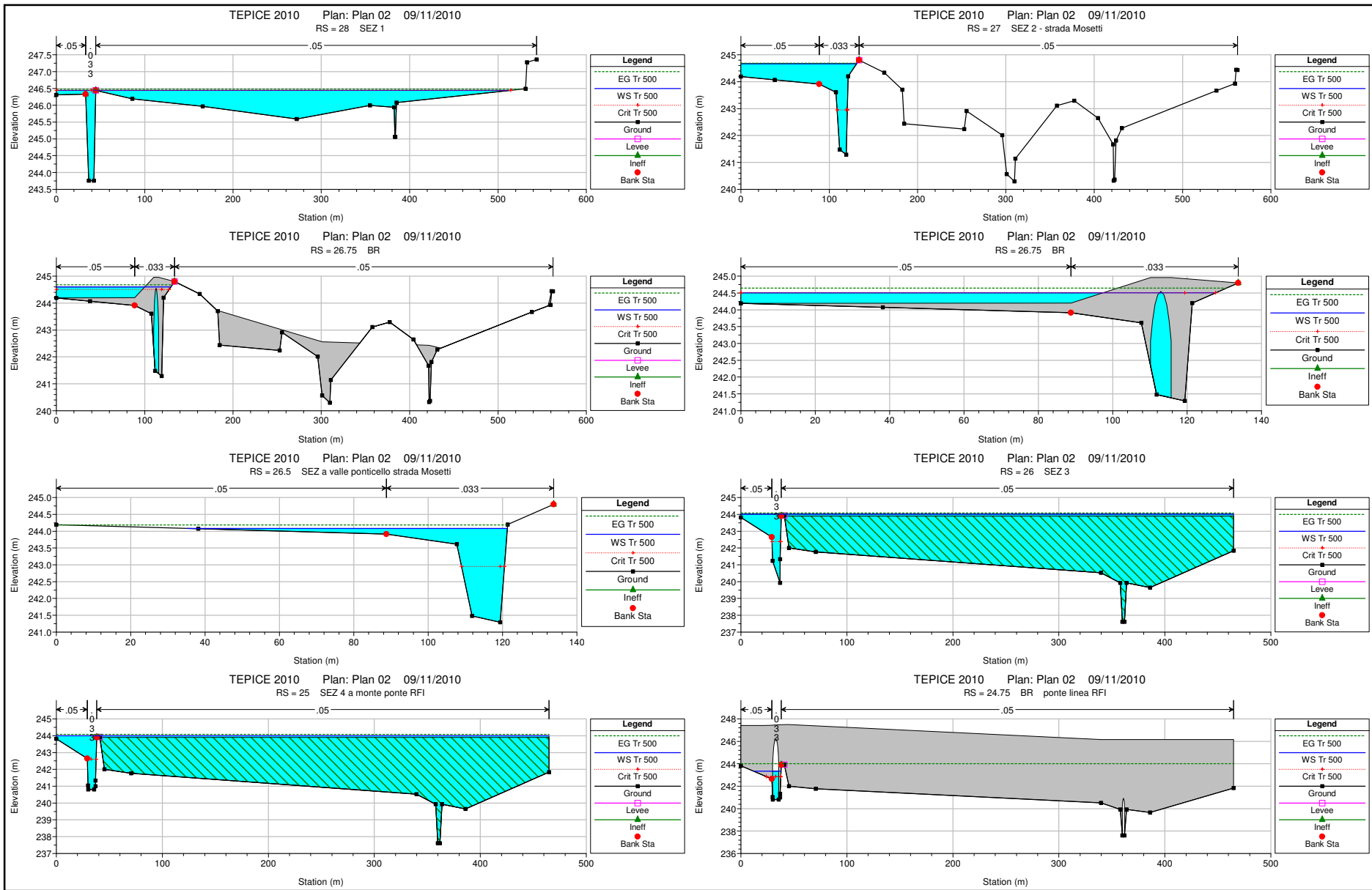


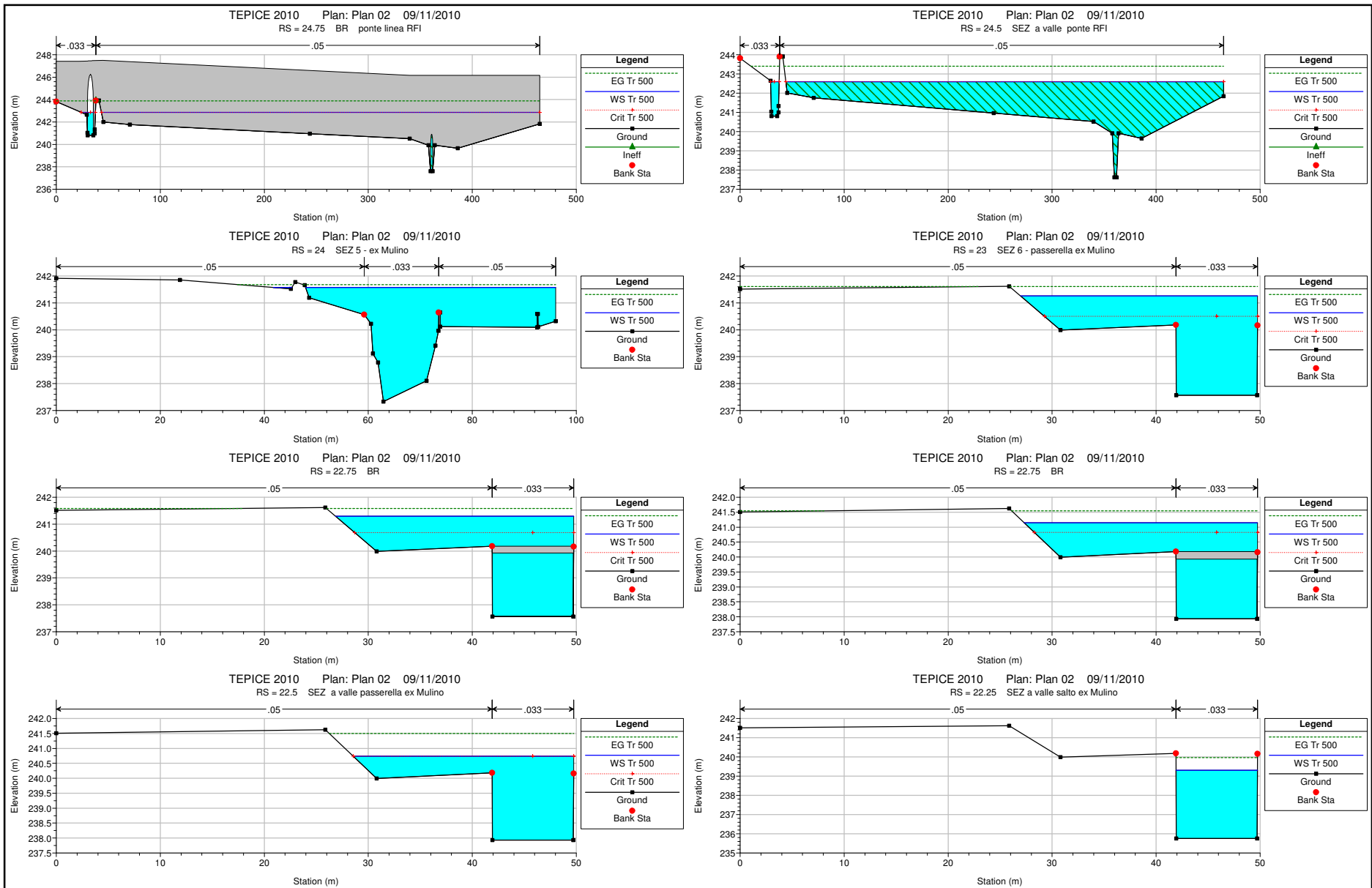


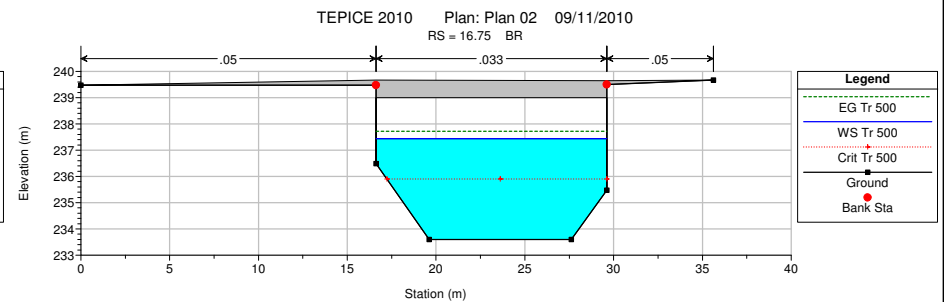
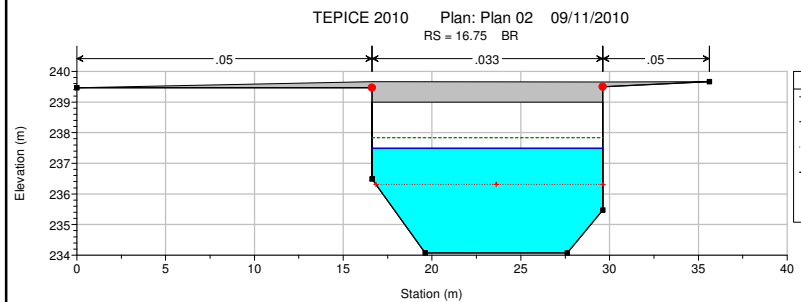
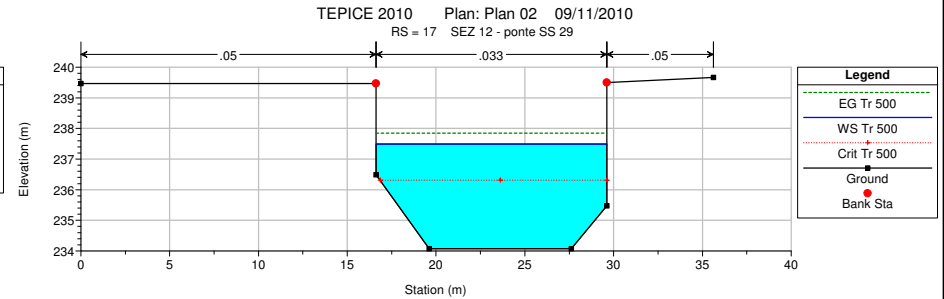
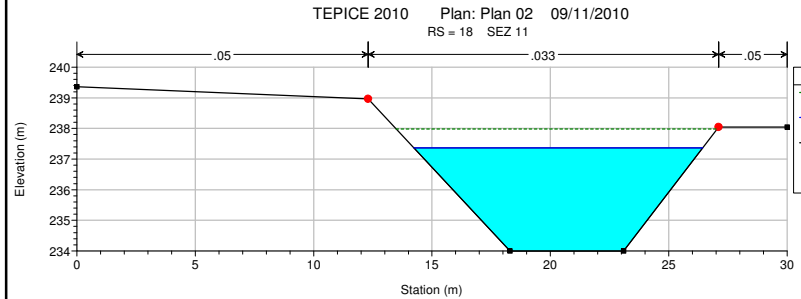
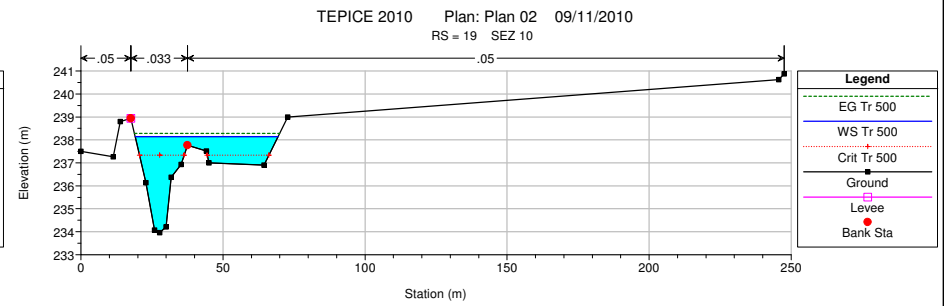
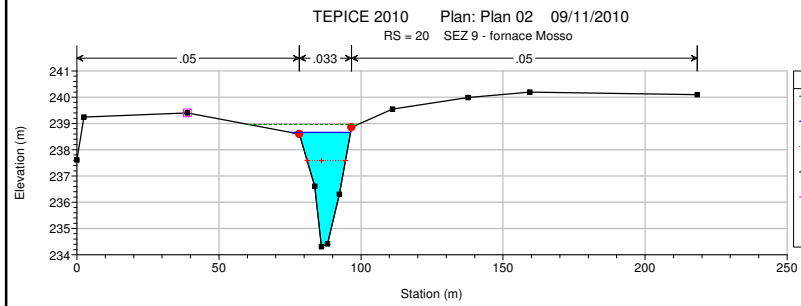
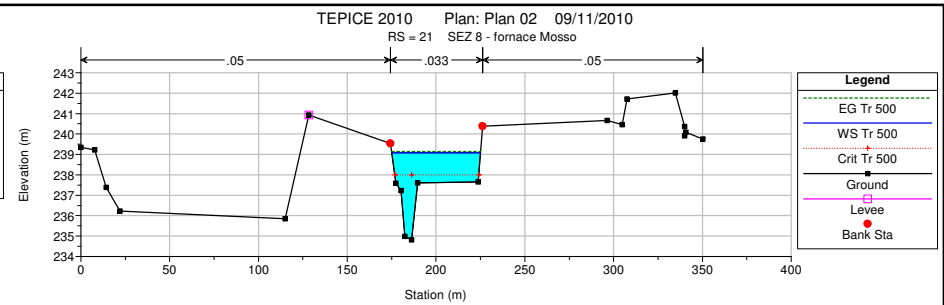
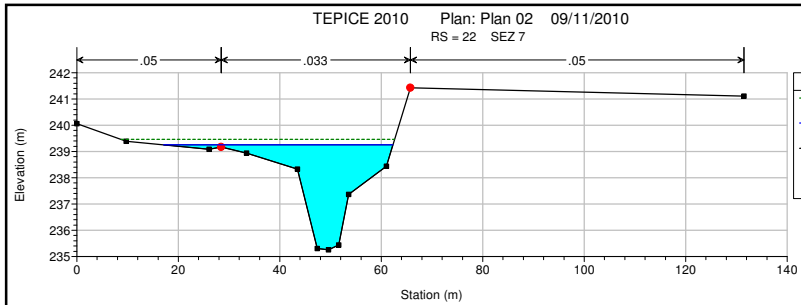


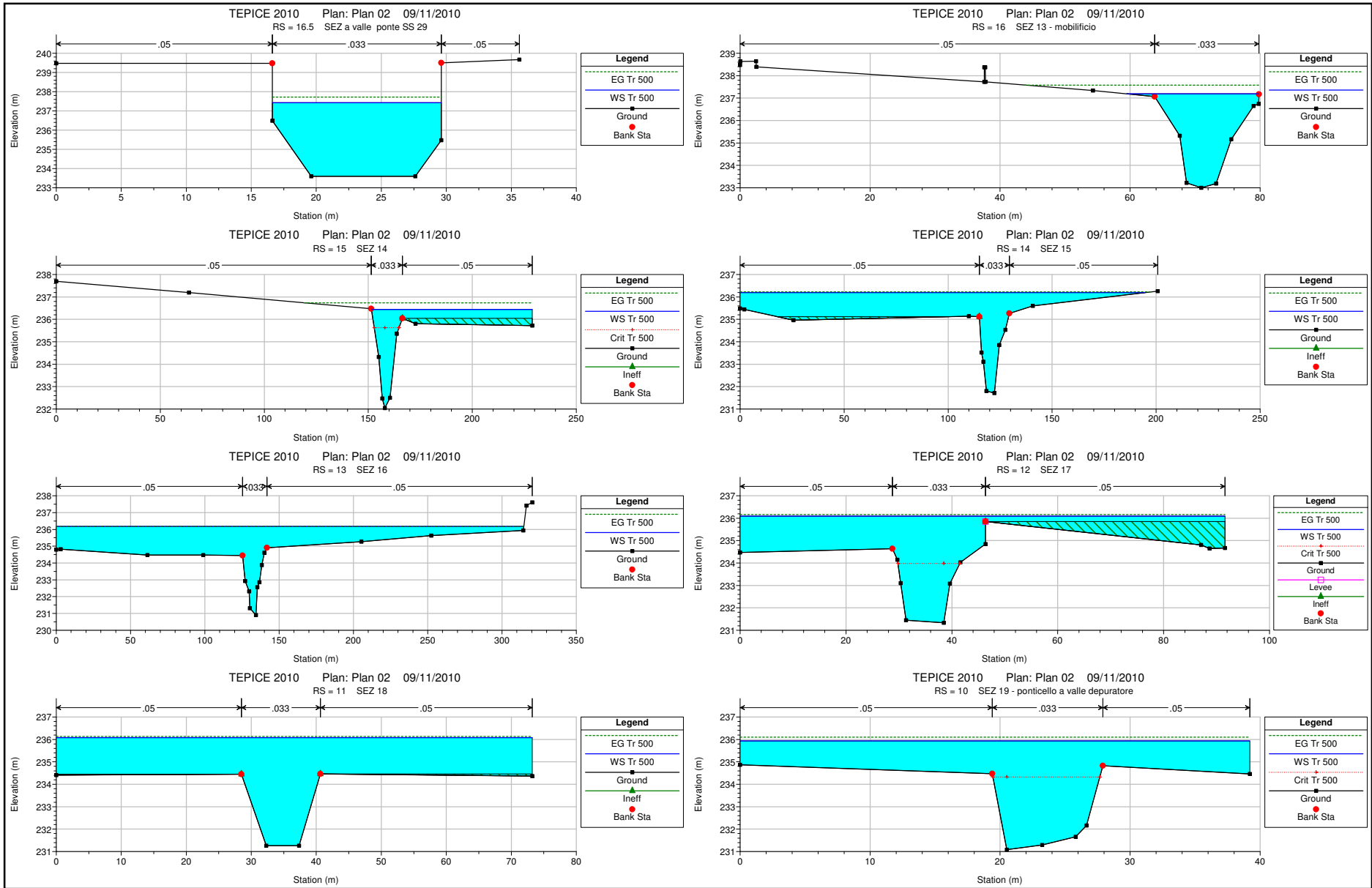


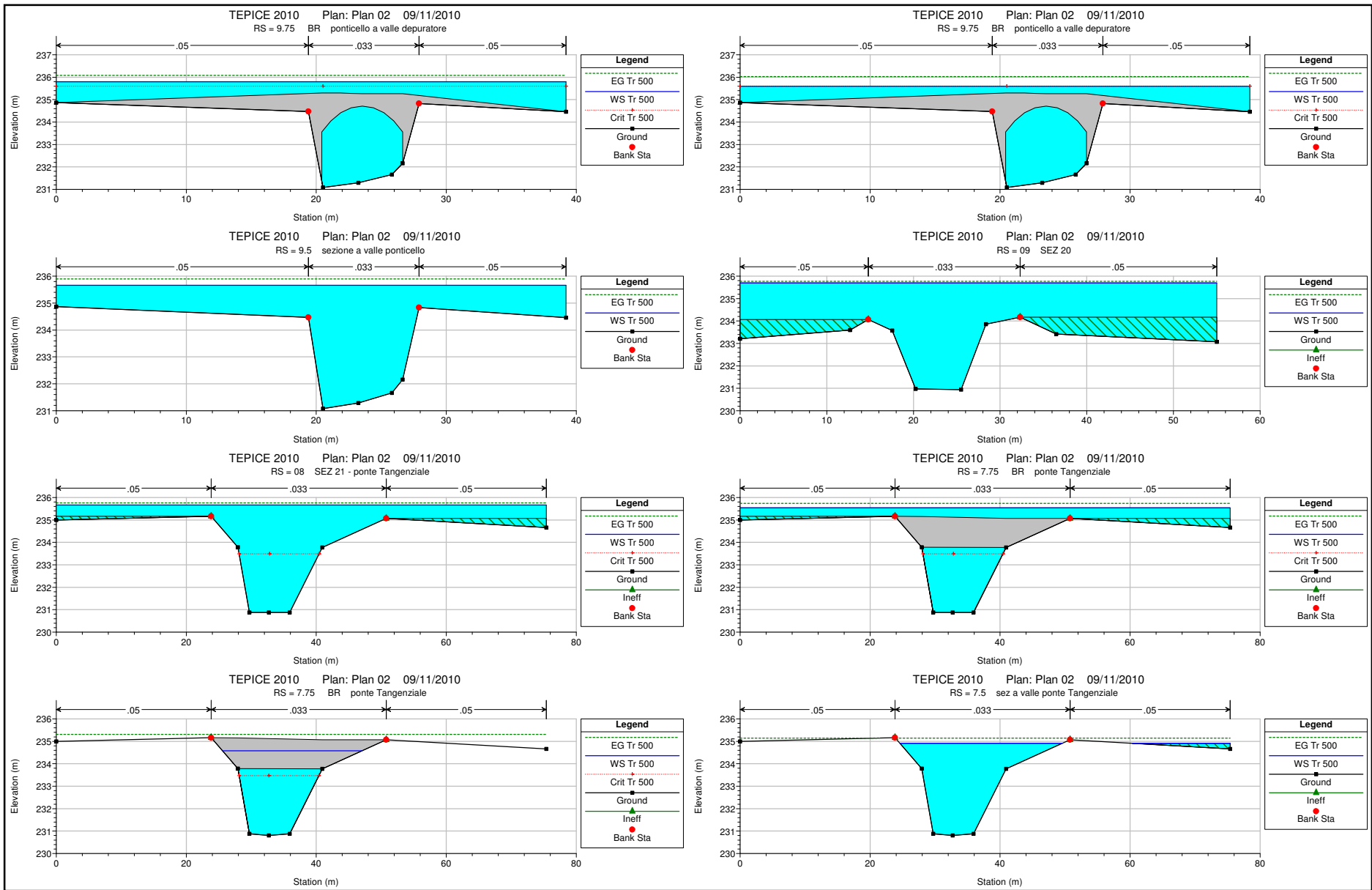


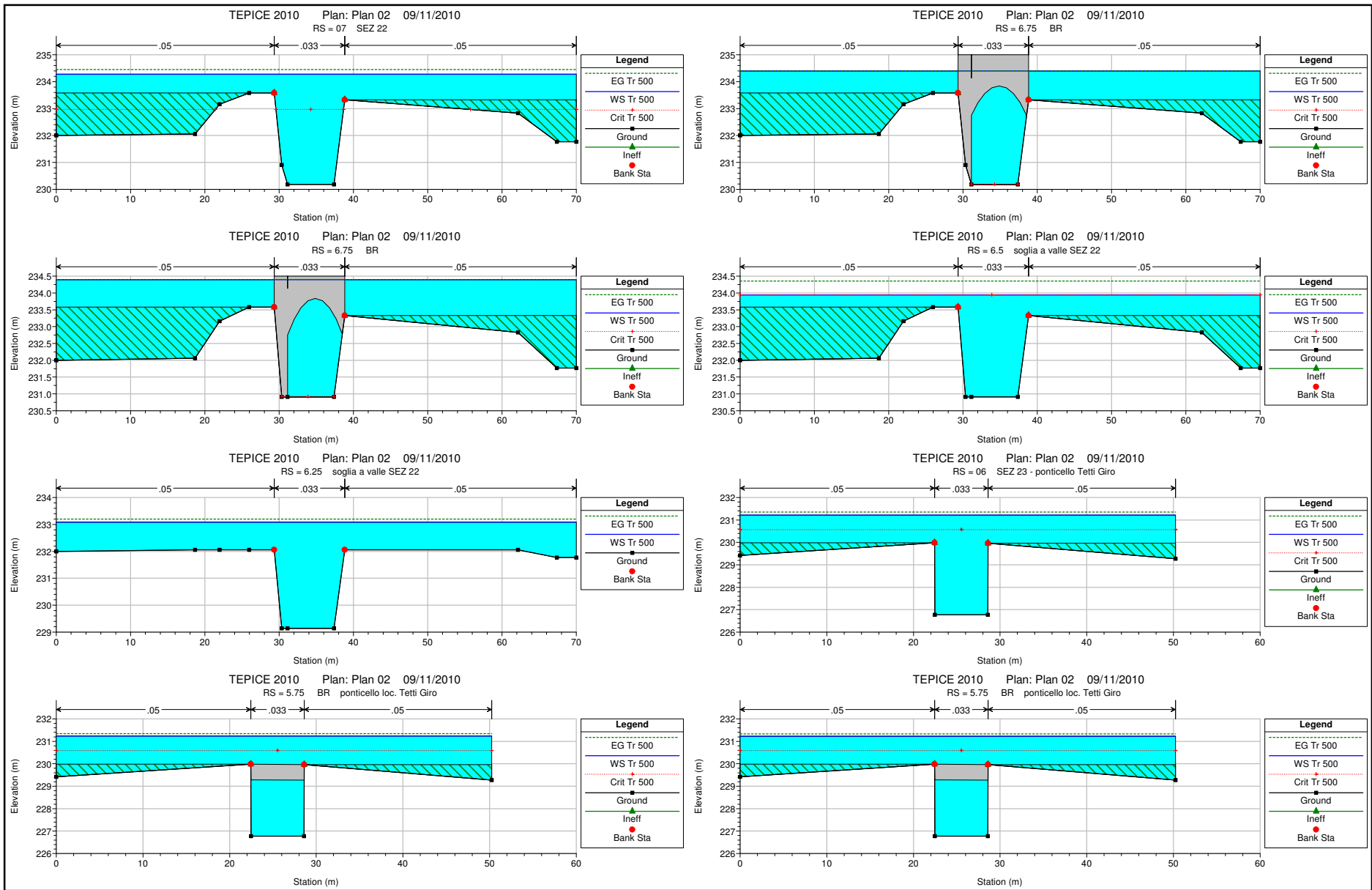


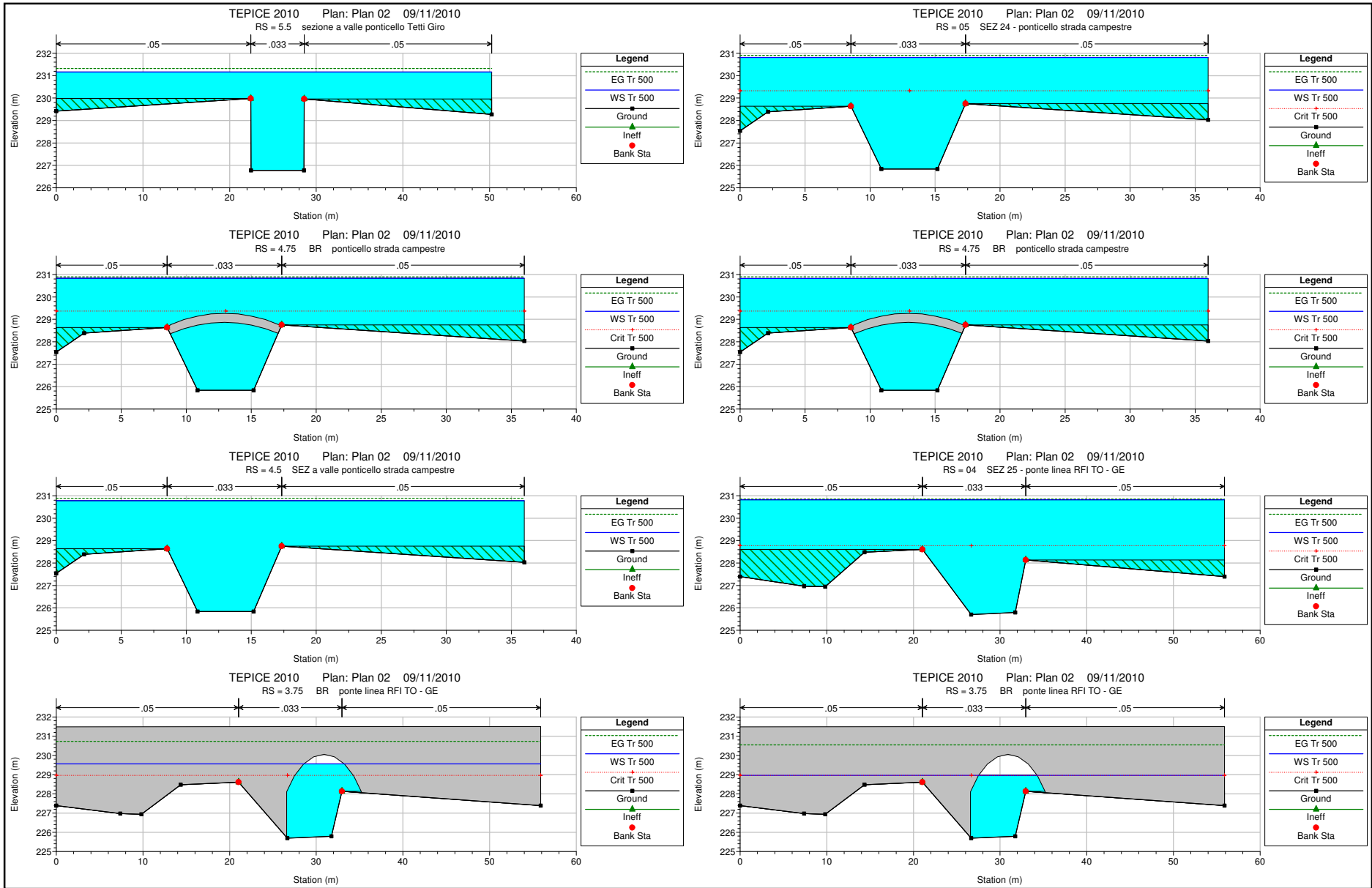


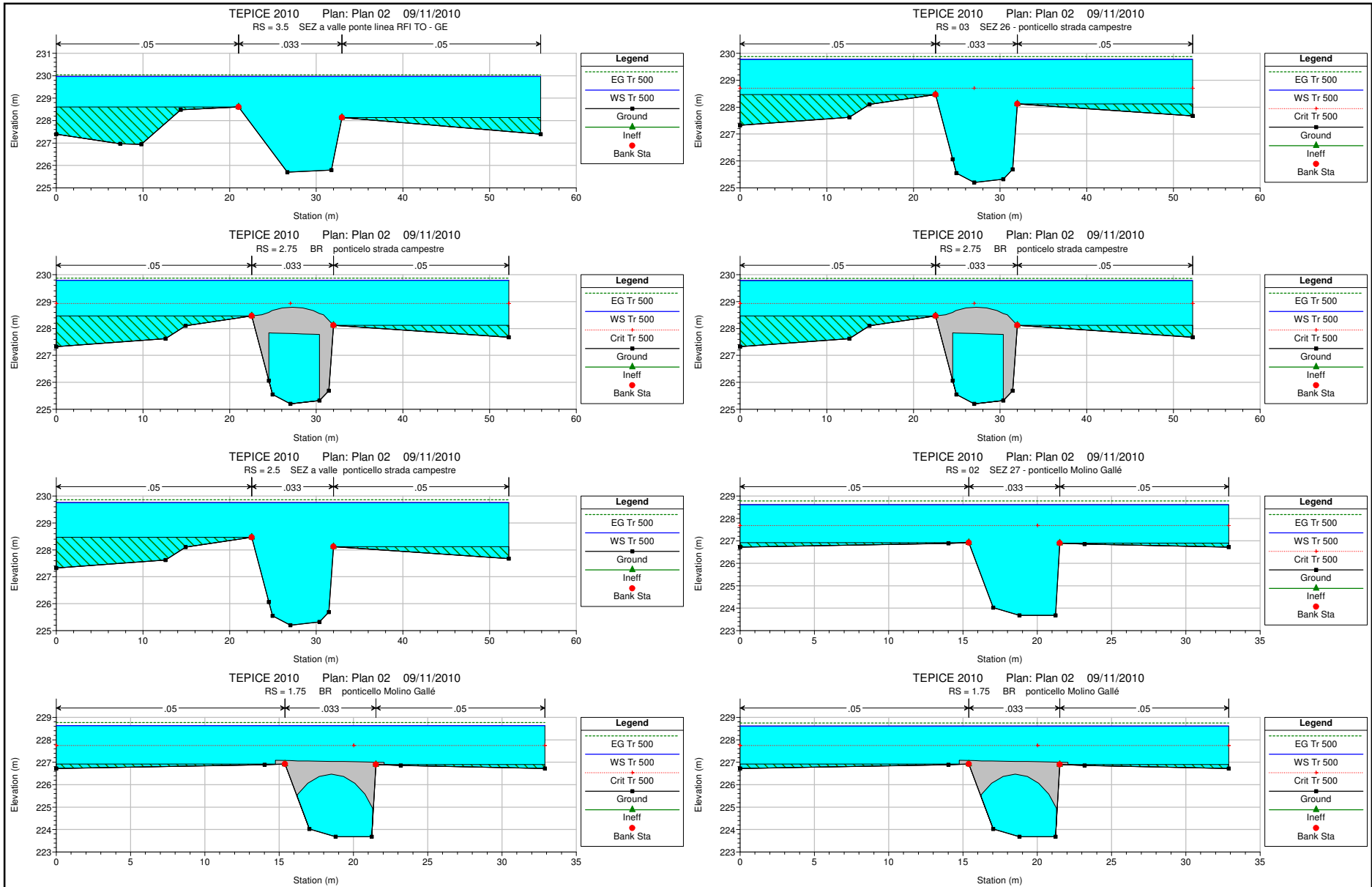


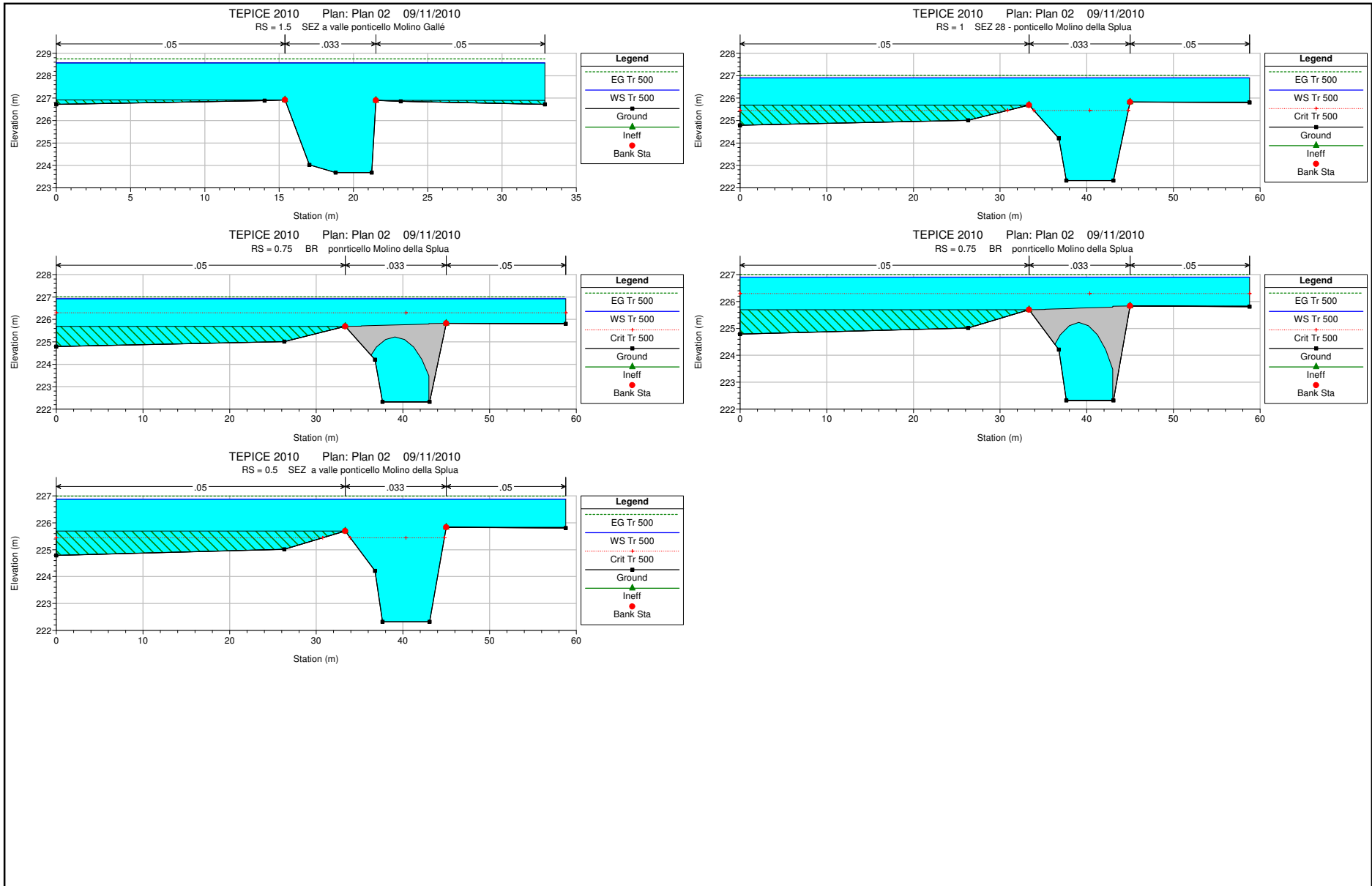












HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Tepice Reach: 01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	28	Tr 5	40.00	243.76	245.28	245.28	245.91	0.011734	3.51	11.41	9.10	1.00
01	28	Tr 20	59.50	243.76	245.69	245.69	246.46	0.011246	3.88	15.33	9.97	1.00
01	28	Tr 50	71.70	243.76	245.92	245.92	246.76	0.011000	4.06	17.65	10.45	1.00
01	28	Tr 100	81.00	243.76	246.08	246.08	246.97	0.010868	4.19	19.34	10.79	1.00
01	28	Tr 200	89.30	243.76	246.22	246.22	247.15	0.010742	4.29	20.84	11.08	1.00
01	28	Tr 300	94.00	243.76	246.29	246.29	247.25	0.010701	4.34	21.66	11.23	1.00
01	28	Tr 500	100.00	243.76	246.44	246.44	246.47	0.000949	1.34	224.53	514.38	0.30
01	27	Tr 5	40.00	241.29	244.33	242.70	244.36	0.000554	0.79	69.20	124.16	0.23
01	27	Tr 20	53.00	241.29	244.67	242.95	244.68	0.000353	0.67	111.47	131.00	0.18
01	27	Tr 50	53.00	241.29	244.67	242.95	244.68	0.000353	0.67	111.47	131.00	0.18
01	27	Tr 100	53.00	241.29	244.67	242.95	244.68	0.000353	0.67	111.47	131.00	0.18
01	27	Tr 200	53.00	241.29	244.67	242.95	244.68	0.000353	0.67	111.47	131.00	0.18
01	27	Tr 300	53.00	241.29	244.67	242.95	244.68	0.000353	0.67	111.47	131.00	0.18
01	27	Tr 500	53.00	241.29	244.67	242.95	244.68	0.000353	0.67	111.47	131.00	0.18
01	26.75		Bridge									
01	26.5	Tr 5	40.00	241.29	243.52	242.70	243.69	0.002160	1.83	21.83	13.05	0.45
01	26.5	Tr 20	53.00	241.29	244.08	242.95	244.19	0.002278	1.47	39.97	86.08	0.45
01	26.5	Tr 50	53.00	241.29	244.08	242.95	244.19	0.002279	1.47	39.97	86.07	0.45
01	26.5	Tr 100	53.00	241.29	244.08	242.95	244.19	0.002278	1.47	39.97	86.08	0.45
01	26.5	Tr 200	53.00	241.29	244.08	242.95	244.19	0.002279	1.47	39.97	86.07	0.45
01	26.5	Tr 300	53.00	241.29	244.08	242.95	244.19	0.002279	1.47	39.97	86.07	0.45
01	26.5	Tr 500	53.00	241.29	244.08	242.95	244.19	0.002279	1.47	39.97	86.07	0.45
01	26	Tr 5	40.00	239.93	243.39	242.08	243.53	0.001504	1.71	28.58	27.17	0.35
01	26	Tr 20	53.00	239.93	244.01	242.38	244.08	0.000744	1.36	95.86	464.90	0.25
01	26	Tr 50	53.00	239.93	244.01	242.38	244.08	0.000744	1.36	95.85	464.90	0.25
01	26	Tr 100	53.00	239.93	244.01	242.38	244.08	0.000744	1.36	95.86	464.90	0.25
01	26	Tr 200	53.00	239.93	244.01	242.38	244.08	0.000744	1.36	95.84	464.90	0.25
01	26	Tr 300	53.00	239.93	244.01	242.38	244.08	0.000744	1.36	95.85	464.90	0.25
01	26	Tr 500	53.00	239.93	244.01	242.38	244.08	0.000744	1.36	95.85	464.90	0.25
01	25	Tr 5	40.00	240.81	243.35	242.31	243.52	0.001880	1.89	25.92	26.27	0.40
01	25	Tr 20	53.00	240.81	244.00	242.60	244.07	0.000862	1.46	88.30	464.90	0.28
01	25	Tr 50	53.00	240.81	244.00	242.60	244.07	0.000863	1.46	88.29	464.90	0.28
01	25	Tr 100	53.00	240.81	244.00	242.60	244.07	0.000862	1.46	88.30	464.90	0.28
01	25	Tr 200	53.00	240.81	244.00	242.60	244.07	0.000863	1.46	88.27	464.90	0.28
01	25	Tr 300	53.00	240.81	244.00	242.60	244.07	0.000863	1.46	88.29	464.90	0.28
01	25	Tr 500	53.00	240.81	244.00	242.60	244.07	0.000863	1.46	88.29	464.90	0.28
01	24.75		Bridge									
01	24.5	Tr 5	40.00	240.81	242.31	242.31	242.99	0.012749	3.66	10.94	428.33	1.00
01	24.5	Tr 20	53.00	240.81	242.59	242.59	243.41	0.012821	4.00	13.25	429.21	1.01
01	24.5	Tr 50	53.00	240.81	242.60	242.60	243.41	0.012669	3.98	13.31	429.23	1.00
01	24.5	Tr 100	53.00	240.81	242.58	242.58	243.41	0.012964	4.01	13.20	429.19	1.02
01	24.5	Tr 200	53.00	240.81	242.78	242.78	243.41	0.012330	3.51	15.09	433.09	0.99
01	24.5	Tr 300	53.00	240.81	242.59	242.59	243.41	0.012856	4.00	13.24	429.21	1.01
01	24.5	Tr 500	53.00	240.81	242.60	242.60	243.41	0.012561	3.97	13.35	429.25	1.00
01	24	Tr 5	40.00	237.33	240.04		240.17	0.001457	1.61	24.88	12.95	0.37
01	24	Tr 20	59.50	237.33	240.72		240.84	0.001080	1.57	47.69	39.52	0.32
01	24	Tr 50	71.70	237.33	241.11		241.21	0.000805	1.50	64.31	46.06	0.29
01	24	Tr 100	81.00	237.33	241.26		241.36	0.000812	1.56	71.26	47.51	0.29
01	24	Tr 200	89.30	237.33	241.40		241.50	0.000795	1.59	78.02	47.77	0.29
01	24	Tr 300	94.00	237.33	241.48		241.58	0.000785	1.61	81.74	47.92	0.29
01	24	Tr 500	100.00	237.33	241.57		241.68	0.000776	1.63	86.35	51.65	0.29
01	23	Tr 5	40.00	237.57	239.82	238.96	240.08	0.003495	2.28	17.58	7.84	0.49
01	23	Tr 20	59.50	237.57	240.44	239.38	240.76	0.003501	2.55	26.65	20.30	0.48
01	23	Tr 50	71.70	237.57	240.87	239.61	241.14	0.002824	2.46	35.64	21.60	0.43
01	23	Tr 100	81.00	237.57	240.98	239.79	241.29	0.003100	2.62	38.17	21.95	0.45
01	23	Tr 200	89.30	237.57	241.11	239.92	241.43	0.003221	2.72	40.92	22.33	0.46
01	23	Tr 300	94.00	237.57	241.18	240.39	241.51	0.003277	2.77	42.48	22.54	0.47
01	23	Tr 500	100.00	237.57	241.26	240.50	241.61	0.003356	2.83	44.35	22.79	0.47
01	22.75		Bridge									
01	22.5	Tr 5	40.00	237.93	239.32	239.32	240.01	0.014401	3.70	10.82	7.82	1.00
01	22.5	Tr 20	59.50	237.93	239.74	239.74	240.64	0.014502	4.21	14.13	7.84	1.00
01	22.5	Tr 50	71.70	237.93	239.96	239.96	241.00	0.015034	4.52	15.87	7.84	1.01
01	22.5	Tr 100	81.00	237.93	240.46	240.46	241.19	0.008939	3.88	24.28	20.36	0.78
01	22.5	Tr 200	89.30	237.93	240.60	240.60	241.33	0.008708	3.94	27.11	20.78	0.77
01	22.5	Tr 300	94.00	237.93	240.66	240.66	241.41	0.008786	4.00	28.36	20.96	0.77
01	22.5	Tr 500	100.00	237.93	240.74	240.74	241.50	0.008793	4.06	30.03	21.20	0.78
01	22.25	Tr 5	40.00	235.76	238.49		238.67	0.002031	1.88	21.32	7.82	0.36
01	22.25	Tr 20	59.50	235.76	238.84		239.15	0.003229	2.48	24.03	7.83	0.45
01	22.25	Tr 50	71.70	235.76	239.01		239.42	0.004031	2.82	25.40	7.83	0.50
01	22.25	Tr 100	81.00	235.76	239.13		239.61	0.004664	3.08	26.33	7.83	0.54
01	22.25	Tr 200	89.30	235.76	239.22		239.78	0.005269	3.30	27.05	7.84	0.57

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Tepice Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	22.25	Tr 300	94.00	235.76	239.27		239.87	0.005643	3.43	27.39	7.84	0.59
01	22.25	Tr 500	100.00	235.76	239.30		239.97	0.006214	3.61	27.67	7.84	0.61
01	22	Tr 5	40.00	235.26	238.37		238.49	0.001688	1.52	26.34	17.66	0.40
01	22	Tr 20	59.50	235.26	238.68		238.85	0.002578	1.81	32.80	23.64	0.49
01	22	Tr 50	71.70	235.26	238.86		239.05	0.002845	1.92	37.41	26.93	0.52
01	22	Tr 100	81.00	235.26	239.00		239.20	0.002956	1.96	41.31	29.74	0.53
01	22	Tr 200	89.30	235.26	239.12		239.32	0.003036	1.99	44.93	34.56	0.54
01	22	Tr 300	94.00	235.26	239.18		239.38	0.003029	2.00	47.36	40.97	0.54
01	22	Tr 500	100.00	235.26	239.25		239.46	0.002878	2.01	50.62	45.21	0.53
01	21	Tr 5	40.00	234.82	237.92	236.77	238.00	0.002887	1.23	32.45	47.09	0.47
01	21	Tr 20	59.50	234.82	238.39	237.24	238.45	0.001160	1.09	54.79	48.24	0.33
01	21	Tr 50	71.70	234.82	238.62	237.85	238.68	0.000921	1.09	66.06	48.80	0.30
01	21	Tr 100	81.00	234.82	238.79	237.90	238.85	0.000808	1.09	74.20	49.21	0.28
01	21	Tr 200	89.30	234.82	238.92	237.95	238.98	0.000754	1.11	80.58	49.53	0.28
01	21	Tr 300	94.00	234.82	238.99	237.97	239.05	0.000728	1.12	84.13	49.70	0.27
01	21	Tr 500	100.00	234.82	239.08	238.00	239.14	0.000700	1.13	88.55	49.92	0.27
01	20	Tr 5	40.00	234.30	237.56	236.43	237.70	0.001742	1.69	23.63	13.41	0.41
01	20	Tr 20	59.50	234.30	238.06	236.88	238.25	0.001927	1.93	30.85	15.59	0.44
01	20	Tr 50	71.70	234.30	238.27	237.12	238.49	0.002127	2.09	34.26	16.53	0.46
01	20	Tr 100	81.00	234.30	238.42	237.29	238.67	0.002251	2.20	36.80	17.19	0.48
01	20	Tr 200	89.30	234.30	238.53	237.42	238.80	0.002403	2.31	38.67	17.66	0.50
01	20	Tr 300	94.00	234.30	238.59	237.50	238.87	0.002479	2.37	39.73	17.92	0.51
01	20	Tr 500	100.00	234.30	238.66	237.59	238.96	0.002541	2.43	41.17	21.08	0.52
01	19	Tr 5	40.00	233.96	236.66	235.88	236.90	0.003536	2.20	18.15	11.61	0.56
01	19	Tr 20	59.50	233.96	237.27	236.34	237.49	0.002776	2.12	33.19	36.73	0.51
01	19	Tr 50	71.70	233.96	237.59	236.66	237.77	0.002173	1.99	45.55	42.07	0.46
01	19	Tr 100	81.00	233.96	237.81	236.86	237.97	0.001864	1.92	55.41	48.28	0.43
01	19	Tr 200	89.30	233.96	237.94	237.21	238.10	0.001729	1.91	61.97	49.07	0.42
01	19	Tr 300	94.00	233.96	238.02	237.27	238.18	0.001634	1.90	66.08	49.56	0.41
01	19	Tr 500	100.00	233.96	238.14	237.33	238.29	0.001488	1.86	72.01	50.25	0.39
01	18	Tr 5	40.00	234.00	236.15		236.50	0.004776	2.59	15.43	9.53	0.65
01	18	Tr 20	59.50	234.00	236.75		237.14	0.004239	2.76	21.53	10.85	0.63
01	18	Tr 50	71.70	234.00	237.02		237.46	0.004321	2.92	24.52	11.44	0.64
01	18	Tr 100	81.00	234.00	237.20		237.67	0.004433	3.05	26.57	11.83	0.65
01	18	Tr 200	89.30	234.00	237.23		237.79	0.005200	3.32	26.92	11.89	0.70
01	18	Tr 300	94.00	234.00	237.26		237.87	0.005505	3.43	27.38	11.98	0.72
01	18	Tr 500	100.00	234.00	237.36		237.99	0.005550	3.50	28.58	12.19	0.73
01	17	Tr 5	41.40	234.07	236.23	235.36	236.39	0.001911	1.79	23.07	12.67	0.42
01	17	Tr 20	61.50	234.07	236.84	235.71	237.04	0.001786	1.99	30.94	12.99	0.41
01	17	Tr 50	74.20	234.07	237.11	235.90	237.35	0.001890	2.15	34.51	12.99	0.42
01	17	Tr 100	83.80	234.07	237.30	236.04	237.56	0.001991	2.27	36.87	12.99	0.43
01	17	Tr 200	92.40	234.07	237.35	236.15	237.65	0.002300	2.46	37.53	12.99	0.46
01	17	Tr 300	97.30	234.07	237.39	236.22	237.72	0.002435	2.55	38.14	12.99	0.48
01	17	Tr 500	103.40	234.07	237.49	236.31	237.84	0.002495	2.62	39.45	12.99	0.48
01	16.75		Bridge									
01	16.5	Tr 5	41.40	233.60	236.19		236.31	0.001117	1.51	27.50	12.68	0.33
01	16.5	Tr 20	61.50	233.60	236.80		236.95	0.001196	1.74	35.35	12.99	0.34
01	16.5	Tr 50	74.20	233.60	237.07		237.26	0.001325	1.91	38.87	12.99	0.35
01	16.5	Tr 100	83.80	233.60	237.25		237.46	0.001433	2.04	41.18	12.99	0.36
01	16.5	Tr 200	92.40	233.60	237.29		237.54	0.001679	2.22	41.71	12.99	0.39
01	16.5	Tr 300	97.30	233.60	237.33		237.60	0.001794	2.30	42.27	12.99	0.41
01	16.5	Tr 500	103.40	233.60	237.43		237.72	0.001861	2.37	43.55	12.99	0.41
01	16	Tr 5	41.40	233.00	236.01		236.22	0.002538	2.00	20.68	11.40	0.47
01	16	Tr 20	61.50	233.00	236.62		236.86	0.002508	2.16	28.48	14.16	0.49
01	16	Tr 50	74.20	233.00	236.89		237.16	0.002664	2.28	32.52	15.63	0.50
01	16	Tr 100	83.80	233.00	237.07		237.35	0.002692	2.37	35.33	16.04	0.51
01	16	Tr 200	92.40	233.00	237.06		237.41	0.003290	2.62	35.27	16.03	0.56
01	16	Tr 300	97.30	233.00	237.09		237.47	0.003529	2.73	35.65	16.65	0.58
01	16	Tr 500	103.40	233.00	237.19		237.58	0.003441	2.77	37.59	20.33	0.58
01	15	Tr 5	41.40	232.04	235.40		235.60	0.002273	1.99	20.82	10.58	0.45
01	15	Tr 20	61.50	232.04	235.91		236.18	0.002804	2.27	27.04	12.28	0.51
01	15	Tr 50	74.20	232.04	235.97		236.33	0.003840	2.67	27.76	13.96	0.60
01	15	Tr 100	83.80	232.04	236.10	235.24	236.50	0.004089	2.81	32.58	16.73	0.62
01	15	Tr 200	92.40	232.04	236.47		236.69	0.002181	2.24	61.52	17.71	0.47
01	15	Tr 300	97.30	232.04	236.64		236.80	0.001650	2.04	75.78	19.52	0.41
01	15	Tr 500	103.40	232.04	236.44	235.63	236.74	0.002948	2.58	58.91	17.30	0.54
01	14	Tr 5	41.40	231.71	234.75		234.91	0.002025	1.80	22.94	12.86	0.43
01	14	Tr 20	61.50	231.71	235.31	234.12	235.47	0.001692	1.85	49.05	122.54	0.41
01	14	Tr 50	74.20	231.71	235.71		235.78	0.000748	1.38	103.47	150.44	0.28
01	14	Tr 100	83.80	231.71	236.03		236.06	0.000396	1.09	156.53	179.68	0.21
01	14	Tr 200	92.40	231.71	236.33		236.35	0.000232	0.89	214.75	200.73	0.16
01	14	Tr 300	97.30	231.71	236.49		236.51	0.000179	0.81	247.06	200.73	0.14

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Tepice Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	14	Tr 500	103.40	231.71	236.19		236.23	0.000402	1.14	187.30	194.64	0.21
01	13	Tr 5	41.40	230.91	234.39		234.51	0.001276	1.50	27.52	14.08	0.34
01	13	Tr 20	61.50	230.91	235.25		235.28	0.000312	0.89	138.22	202.39	0.18
01	13	Tr 50	74.20	230.91	235.68		235.69	0.000143	0.67	236.52	262.09	0.12
01	13	Tr 100	83.80	230.91	236.01		236.02	0.000083	0.55	333.88	314.46	0.10
01	13	Tr 200	92.40	230.91	236.32		236.32	0.000051	0.46	431.06	314.88	0.08
01	13	Tr 300	97.30	230.91	236.48		236.49	0.000042	0.42	482.44	315.10	0.07
01	13	Tr 500	103.40	230.91	236.17		236.18	0.000088	0.58	385.12	314.68	0.10
01	12	Tr 5	41.40	231.33	234.29	232.83	234.41	0.001288	1.52	27.16	13.62	0.34
01	12	Tr 20	61.50	231.33	235.16	233.26	235.24	0.000760	1.32	58.70	46.34	0.28
01	12	Tr 50	74.20	231.33	235.60	233.49	235.67	0.000531	1.22	79.32	46.36	0.23
01	12	Tr 100	83.80	231.33	235.94	233.66	236.00	0.000412	1.16	99.53	91.60	0.21
01	12	Tr 200	92.40	231.33	236.27	233.81	236.31	0.000308	1.07	129.05	91.60	0.18
01	12	Tr 300	97.30	231.33	236.44	233.88	236.48	0.000268	1.03	144.51	91.60	0.17
01	12	Tr 500	103.40	231.33	236.09	233.98	236.16	0.000503	1.32	112.94	91.60	0.23
01	11	Tr 5	41.40	231.26	234.16		234.31	0.001544	1.73	23.97	11.48	0.38
01	11	Tr 20	61.50	231.26	235.12		235.19	0.000575	1.32	76.41	73.24	0.25
01	11	Tr 50	74.20	231.26	235.59		235.63	0.000351	1.13	110.43	73.24	0.20
01	11	Tr 100	83.80	231.26	235.94		235.97	0.000258	1.04	136.09	73.24	0.17
01	11	Tr 200	92.40	231.26	236.26		236.29	0.000201	0.97	159.77	73.24	0.15
01	11	Tr 300	97.30	231.26	236.43		236.46	0.000180	0.94	172.13	73.24	0.15
01	11	Tr 500	103.40	231.26	236.08		236.13	0.000319	1.18	146.72	73.24	0.19
01	10	Tr 5	41.40	231.08	233.96	233.03	234.24	0.003207	2.32	17.84	7.94	0.49
01	10	Tr 20	61.50	231.08	234.87	233.50	235.14	0.002390	2.33	31.90	39.21	0.43
01	10	Tr 50	74.20	231.08	235.44	233.77	235.60	0.001367	1.98	54.01	39.21	0.34
01	10	Tr 100	83.80	231.08	235.83	233.95	235.95	0.000978	1.80	69.27	39.21	0.29
01	10	Tr 200	92.40	231.08	236.17	234.12	236.27	0.000756	1.67	82.80	39.21	0.26
01	10	Tr 300	97.30	231.08	236.35	234.21	236.44	0.000678	1.63	89.70	39.21	0.25
01	10	Tr 500	103.40	231.08	235.93	234.33	236.10	0.001289	2.10	73.40	39.21	0.33
01	9.75		Bridge									
01	9.5	Tr 5	41.40	231.08	233.87		234.17	0.003591	2.42	17.12	7.87	0.52
01	9.5	Tr 20	61.50	231.08	234.64		234.99	0.003260	2.61	24.68	22.44	0.50
01	9.5	Tr 50	74.20	231.08	235.00		235.32	0.002804	2.60	36.95	39.21	0.47
01	9.5	Tr 100	83.80	231.08	235.29		235.55	0.002224	2.45	48.07	39.21	0.43
01	9.5	Tr 200	92.40	231.08	235.54		235.76	0.001804	2.32	58.08	39.21	0.39
01	9.5	Tr 300	97.30	231.08	235.69		235.89	0.001612	2.25	63.74	39.21	0.37
01	9.5	Tr 500	103.40	231.08	235.66		235.90	0.001885	2.42	62.81	39.21	0.40
01	09	Tr 5	42.70	230.94	233.70		233.89	0.002138	1.93	22.07	44.59	0.44
01	09	Tr 20	63.30	230.94	234.67		234.76	0.001026	1.48	57.40	54.99	0.32
01	09	Tr 50	76.30	230.94	235.06		235.14	0.000683	1.35	79.29	54.99	0.27
01	09	Tr 100	86.20	230.94	235.33		235.40	0.000553	1.30	94.18	54.99	0.25
01	09	Tr 200	95.00	230.94	235.58		235.64	0.000466	1.26	107.57	54.99	0.23
01	09	Tr 300	100.00	230.94	235.72		235.78	0.000425	1.24	115.26	54.99	0.22
01	09	Tr 500	106.30	230.94	235.70		235.77	0.000492	1.33	114.29	54.99	0.24
01	08	Tr 5	42.70	230.88	233.72	232.41	233.85	0.001250	1.57	27.13	12.87	0.35
01	08	Tr 20	63.30	230.88	234.64	232.81	234.75	0.001133	1.47	42.92	22.08	0.34
01	08	Tr 50	76.30	230.88	235.01	233.03	235.12	0.001063	1.47	52.01	49.49	0.33
01	08	Tr 100	86.20	230.88	235.29	233.20	235.39	0.000879	1.43	67.65	75.39	0.31
01	08	Tr 200	95.00	230.88	235.54	233.33	235.63	0.000673	1.34	86.97	75.39	0.27
01	08	Tr 300	100.00	230.88	235.69	233.40	235.77	0.000580	1.30	98.02	75.39	0.26
01	08	Tr 500	106.30	230.88	235.67	233.49	235.76	0.000681	1.40	96.26	75.39	0.28
01	7.75		Bridge									
01	7.5	Tr 5	42.70	230.80	233.67		233.80	0.001304	1.60	26.66	12.74	0.35
01	7.5	Tr 20	63.30	230.80	234.34		234.49	0.001540	1.71	37.01	18.92	0.39
01	7.5	Tr 50	76.30	230.80	234.56		234.73	0.001768	1.84	41.41	21.23	0.42
01	7.5	Tr 100	86.20	230.80	234.68		234.88	0.001961	1.95	44.15	23.80	0.45
01	7.5	Tr 200	95.00	230.80	234.79		235.00	0.002113	2.04	46.58	31.21	0.46
01	7.5	Tr 300	100.00	230.80	234.84		235.06	0.002194	2.09	47.92	35.18	0.47
01	7.5	Tr 500	106.30	230.80	234.91		235.14	0.002291	2.14	49.61	40.01	0.49
01	07	Tr 5	42.70	230.18	233.04	231.75	233.22	0.001834	1.90	22.50	48.36	0.39
01	07	Tr 20	63.30	230.18	233.64	232.20	233.86	0.001835	2.11	39.84	70.00	0.39
01	07	Tr 50	76.30	230.18	234.05	232.45	234.18	0.001195	1.85	67.94	70.00	0.32
01	07	Tr 100	86.20	230.18	234.12	232.63	234.27	0.001322	1.97	73.06	70.00	0.34
01	07	Tr 200	95.00	230.18	234.19	232.78	234.35	0.001397	2.06	78.11	70.00	0.35
01	07	Tr 300	100.00	230.18	234.23	232.87	234.40	0.001440	2.10	80.80	70.00	0.36
01	07	Tr 500	106.30	230.18	234.28	232.97	234.45	0.001494	2.16	84.00	70.00	0.36
01	6.75		Bridge									
01	6.5	Tr 5	42.70	230.91	232.41	232.41	233.10	0.012686	3.68	11.60	33.97	1.00
01	6.5	Tr 20	63.30	230.91	232.84	232.84	233.71	0.012377	4.13	15.34	38.14	1.00
01	6.5	Tr 50	76.30	230.91	233.09	233.09	234.05	0.012156	4.34	17.58	50.75	1.00

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Tepice Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	6.5	Tr 100	86.20	230.91	233.79	233.79	234.19	0.004219	3.02	44.49	70.00	0.60
01	6.5	Tr 200	95.00	230.91	233.86	233.86	234.26	0.004254	3.10	49.74	70.00	0.61
01	6.5	Tr 300	100.00	230.91	233.90	233.90	234.30	0.004305	3.14	52.32	70.00	0.62
01	6.5	Tr 500	106.30	230.91	233.95	233.95	234.35	0.004341	3.19	55.59	70.00	0.62
01	6.25	Tr 5	42.70	229.14	232.27		232.38	0.000999	1.50	41.00	70.00	0.29
01	6.25	Tr 20	63.30	229.14	232.50	231.08	232.64	0.001295	1.80	57.10	70.00	0.33
01	6.25	Tr 50	76.30	229.14	232.80		232.90	0.000987	1.67	77.95	70.00	0.29
01	6.25	Tr 100	86.20	229.14	232.91	231.50	233.01	0.001012	1.73	85.59	70.00	0.30
01	6.25	Tr 200	95.00	229.14	232.99	231.65	233.10	0.001046	1.79	91.47	70.00	0.31
01	6.25	Tr 300	100.00	229.14	233.03		233.15	0.001072	1.82	94.37	70.00	0.31
01	6.25	Tr 500	106.30	229.14	233.09		233.20	0.001104	1.87	97.90	70.00	0.32
01	06	Tr 5	43.20	226.77	229.91	228.48	230.17	0.003024	2.24	19.30	46.10	0.40
01	06	Tr 20	64.00	226.77	230.81	229.00	230.91	0.001231	1.68	61.97	50.23	0.27
01	06	Tr 50	77.10	226.77	230.62	229.30	230.84	0.002601	2.36	52.35	50.23	0.39
01	06	Tr 100	87.00	226.77	230.78	230.40	230.98	0.002412	2.34	60.43	50.23	0.37
01	06	Tr 200	95.80	226.77	230.95	230.48	231.12	0.002149	2.27	68.76	50.23	0.35
01	06	Tr 300	100.80	226.77	231.06	230.52	231.22	0.001963	2.21	74.23	50.23	0.34
01	06	Tr 500	107.10	226.77	231.21	230.57	231.35	0.001711	2.11	82.01	50.23	0.32
01	5.75		Bridge									
01	5.5	Tr 5	43.20	226.77	229.79	228.48	230.07	0.003372	2.33	18.53	37.17	0.43
01	5.5	Tr 20	64.00	226.77	230.22	229.00	230.58	0.004121	2.76	32.17	50.23	0.48
01	5.5	Tr 50	77.10	226.77	230.48		230.77	0.003500	2.67	45.09	50.23	0.44
01	5.5	Tr 100	87.00	226.77	230.68		230.92	0.002944	2.54	55.30	50.23	0.41
01	5.5	Tr 200	95.80	226.77	230.87		231.07	0.002456	2.40	65.09	50.23	0.38
01	5.5	Tr 300	100.80	226.77	231.00		231.18	0.002173	2.30	71.31	50.23	0.36
01	5.5	Tr 500	107.10	226.77	231.17		231.32	0.001840	2.17	79.78	50.23	0.33
01	05	Tr 5	43.20	225.84	229.06	227.76	229.22	0.001523	1.81	31.35	36.00	0.37
01	05	Tr 20	64.00	225.84	229.59	228.26	229.73	0.001262	1.87	50.33	36.00	0.34
01	05	Tr 50	77.10	225.84	229.92	228.53	230.06	0.001079	1.86	62.41	36.00	0.32
01	05	Tr 100	87.00	225.84	230.18	229.11	230.31	0.000951	1.84	71.81	36.00	0.31
01	05	Tr 200	95.80	225.84	230.44	229.21	230.55	0.000837	1.80	80.84	36.00	0.29
01	05	Tr 300	100.80	225.84	230.59	229.26	230.70	0.000767	1.77	86.58	36.00	0.28
01	05	Tr 500	107.10	225.84	230.81	229.33	230.91	0.000684	1.73	94.21	36.00	0.27
01	4.75		Bridge									
01	4.5	Tr 5	43.20	225.84	229.01		229.18	0.001670	1.87	29.68	36.00	0.38
01	4.5	Tr 20	64.00	225.84	229.54		229.70	0.001362	1.93	48.72	36.00	0.36
01	4.5	Tr 50	77.10	225.84	229.89		230.02	0.001139	1.90	61.08	36.00	0.33
01	4.5	Tr 100	87.00	225.84	230.15		230.28	0.000993	1.86	70.67	36.00	0.31
01	4.5	Tr 200	95.80	225.84	230.41		230.53	0.000866	1.82	79.85	36.00	0.30
01	4.5	Tr 300	100.80	225.84	230.57		230.68	0.000789	1.79	85.68	36.00	0.29
01	4.5	Tr 500	107.10	225.84	230.78		230.89	0.000700	1.74	93.42	36.00	0.27
01	04	Tr 5	43.20	225.70	229.06	227.42	229.11	0.000465	1.09	60.76	55.90	0.22
01	04	Tr 20	64.00	225.70	229.59	227.85	229.63	0.000386	1.12	90.23	55.90	0.21
01	04	Tr 50	77.10	225.70	229.93	228.38	229.97	0.000334	1.12	109.18	55.90	0.19
01	04	Tr 100	87.00	225.70	230.19	228.52	230.23	0.000298	1.11	123.90	55.90	0.19
01	04	Tr 200	95.80	225.70	230.44	228.64	230.48	0.000265	1.10	138.02	55.90	0.18
01	04	Tr 300	100.80	225.70	230.60	228.72	230.64	0.000245	1.08	146.98	55.90	0.17
01	04	Tr 500	107.10	225.70	230.82	228.78	230.85	0.000220	1.06	158.88	55.90	0.16
01	3.75		Bridge									
01	3.5	Tr 5	43.20	225.70	228.91		228.97	0.000642	1.22	52.28	55.90	0.25
01	3.5	Tr 20	64.00	225.70	229.29		229.36	0.000652	1.36	73.53	55.90	0.26
01	3.5	Tr 50	77.10	225.70	229.51		229.59	0.000636	1.42	85.99	55.90	0.26
01	3.5	Tr 100	87.00	225.70	229.67		229.74	0.000628	1.46	94.69	55.90	0.26
01	3.5	Tr 200	95.80	225.70	229.80		229.88	0.000622	1.49	102.02	55.90	0.26
01	3.5	Tr 300	100.80	225.70	229.87		229.95	0.000620	1.51	106.05	55.90	0.26
01	3.5	Tr 500	107.10	225.70	229.96		230.04	0.000616	1.53	110.99	55.90	0.26
01	03	Tr 5	43.20	225.20	228.73	226.95	228.81	0.000759	1.37	45.20	52.22	0.26
01	03	Tr 20	64.00	225.20	229.09	227.41	229.19	0.000834	1.56	64.31	52.22	0.28
01	03	Tr 50	77.10	225.20	229.32	227.67	229.42	0.000817	1.62	76.24	52.22	0.28
01	03	Tr 100	87.00	225.20	229.48	227.85	229.58	0.000807	1.65	84.53	52.22	0.28
01	03	Tr 200	95.80	225.20	229.61	228.42	229.71	0.000799	1.69	91.50	52.22	0.28
01	03	Tr 300	100.80	225.20	229.69	228.63	229.79	0.000795	1.70	95.32	52.22	0.28
01	03	Tr 500	107.10	225.20	229.78	228.70	229.88	0.000791	1.73	100.01	52.22	0.28
01	2.75		Bridge									
01	2.5	Tr 5	43.20	225.20	228.64		228.74	0.000899	1.46	40.71	52.22	0.28
01	2.5	Tr 20	64.00	225.20	229.07		229.17	0.000870	1.59	63.10	52.22	0.28
01	2.5	Tr 50	77.10	225.20	229.30		229.40	0.000848	1.64	75.06	52.22	0.28
01	2.5	Tr 100	87.00	225.20	229.46		229.56	0.000835	1.68	83.37	52.22	0.28
01	2.5	Tr 200	95.80	225.20	229.59		229.69	0.000825	1.71	90.37	52.22	0.28
01	2.5	Tr 300	100.80	225.20	229.67		229.77	0.000820	1.72	94.20	52.22	0.28

HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Tepice Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
01	2.5	Tr 500	107.10	225.20	229.76		229.86	0.000815	1.75	98.90	52.22	0.28
01	02	Tr 5	43.20	223.68	227.51	225.88	227.64	0.001510	1.76	35.70	32.89	0.31
01	02	Tr 20	64.00	223.68	227.97	226.47	228.10	0.001466	1.90	50.87	32.89	0.32
01	02	Tr 50	77.10	223.68	228.19	227.38	228.33	0.001510	2.00	58.15	32.89	0.32
01	02	Tr 100	87.00	223.68	228.34	227.50	228.49	0.001552	2.08	63.03	32.89	0.33
01	02	Tr 200	95.80	223.68	228.46	227.59	228.62	0.001586	2.15	67.15	32.89	0.34
01	02	Tr 300	100.80	223.68	228.53	227.63	228.69	0.001605	2.18	69.39	32.89	0.34
01	02	Tr 500	107.10	223.68	228.62	227.68	228.78	0.001628	2.23	72.13	32.89	0.34
01	1.75	Bridge										
01	1.5	Tr 5	43.20	223.68	227.44		227.58	0.001733	1.86	33.34	32.89	0.33
01	1.5	Tr 20	64.00	223.68	227.93		228.07	0.001569	1.95	49.51	32.89	0.33
01	1.5	Tr 50	77.10	223.68	228.15		228.30	0.001605	2.05	56.81	32.89	0.33
01	1.5	Tr 100	87.00	223.68	228.30		228.46	0.001642	2.13	61.72	32.89	0.34
01	1.5	Tr 200	95.80	223.68	228.42		228.59	0.001673	2.19	65.83	32.89	0.34
01	1.5	Tr 300	100.80	223.68	228.49		228.66	0.001691	2.23	68.07	32.89	0.35
01	1.5	Tr 500	107.10	223.68	228.58		228.75	0.001713	2.27	70.81	32.89	0.35
01	1	Tr 5	43.20	222.32	226.12	224.08	226.19	0.000637	1.23	49.61	58.78	0.24
01	1	Tr 20	64.00	222.32	226.34	224.62	226.44	0.000903	1.54	62.35	58.78	0.29
01	1	Tr 50	77.10	222.32	226.53	224.90	226.63	0.000924	1.63	73.21	58.78	0.30
01	1	Tr 100	87.00	222.32	226.66	225.10	226.77	0.000926	1.67	81.06	58.78	0.30
01	1	Tr 200	95.80	222.32	226.77	225.26	226.88	0.000930	1.72	87.59	58.78	0.30
01	1	Tr 300	100.80	222.32	226.83	225.35	226.94	0.000931	1.74	91.18	58.78	0.30
01	1	Tr 500	107.10	222.32	226.91	225.45	227.02	0.000932	1.77	95.57	58.78	0.30
01	0.75	Bridge										
01	0.5	Tr 5	43.20	222.32	225.92	224.07	226.02	0.000978	1.44	37.35	58.78	0.29
01	0.5	Tr 20	64.00	222.32	226.30	224.61	226.41	0.000977	1.59	60.03	58.78	0.30
01	0.5	Tr 50	77.10	222.32	226.49	224.90	226.61	0.000977	1.66	71.42	58.78	0.30
01	0.5	Tr 100	87.00	222.32	226.63	225.10	226.74	0.000977	1.71	79.27	58.78	0.31
01	0.5	Tr 200	95.80	222.32	226.74	225.25	226.85	0.000978	1.75	85.84	58.78	0.31
01	0.5	Tr 300	100.80	222.32	226.80	225.33	226.92	0.000977	1.77	89.43	58.78	0.31
01	0.5	Tr 500	107.10	222.32	226.88	225.44	226.99	0.000977	1.80	93.83	58.78	0.31

Rio Tepice

(flusso fuori alveo in sponda destra - da sez. 1 a sez. 5)

Risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras

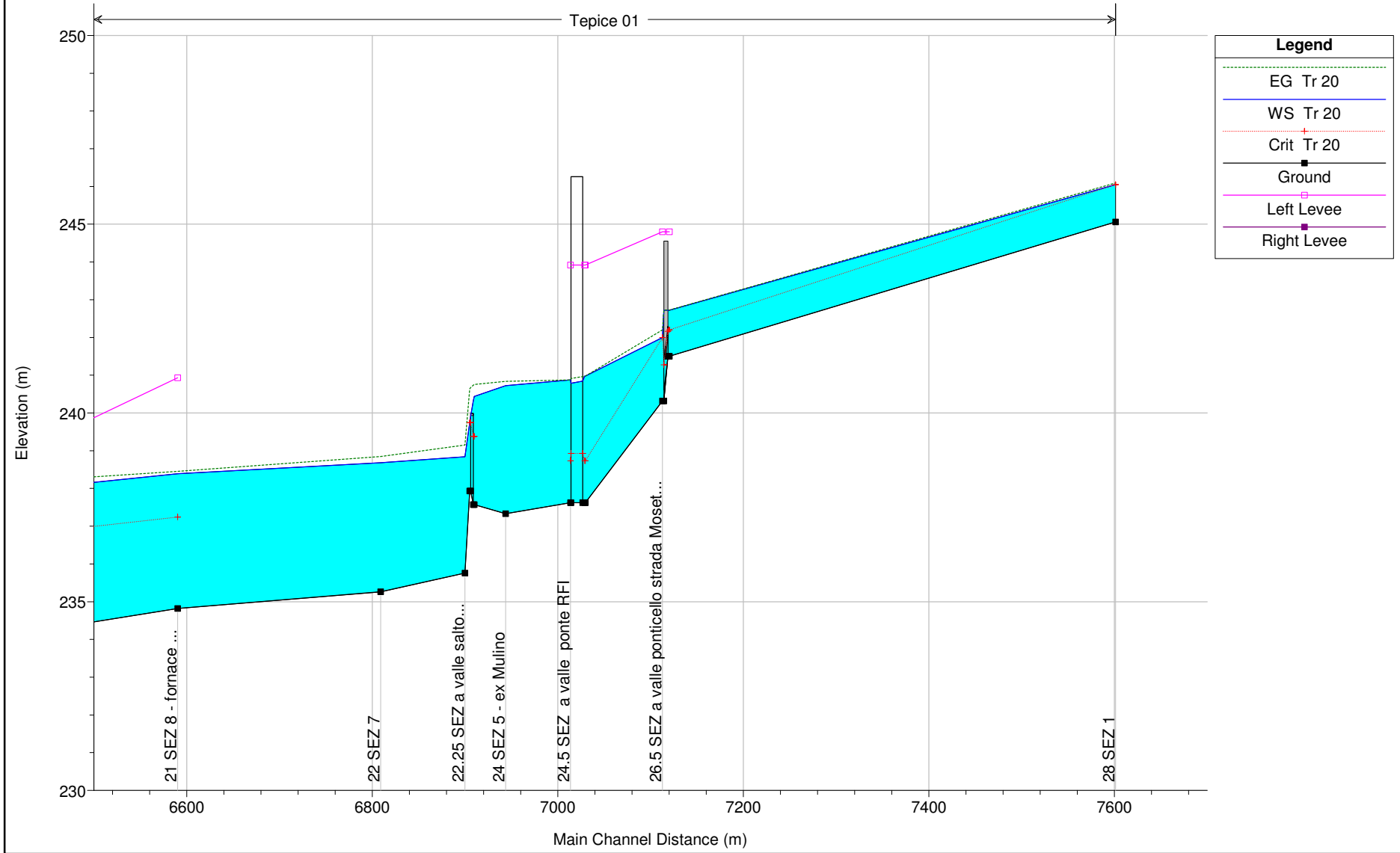
- Profilo longitudinale per Tr = 20 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 50 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 200 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 500 anni

- Sezioni idrauliche per Tr = 20 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 50 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 200 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 500 anni

- Tabella dei risultati per Tr = 5 - 20 - 50 - 100 - 200 - 300 - 500 anni

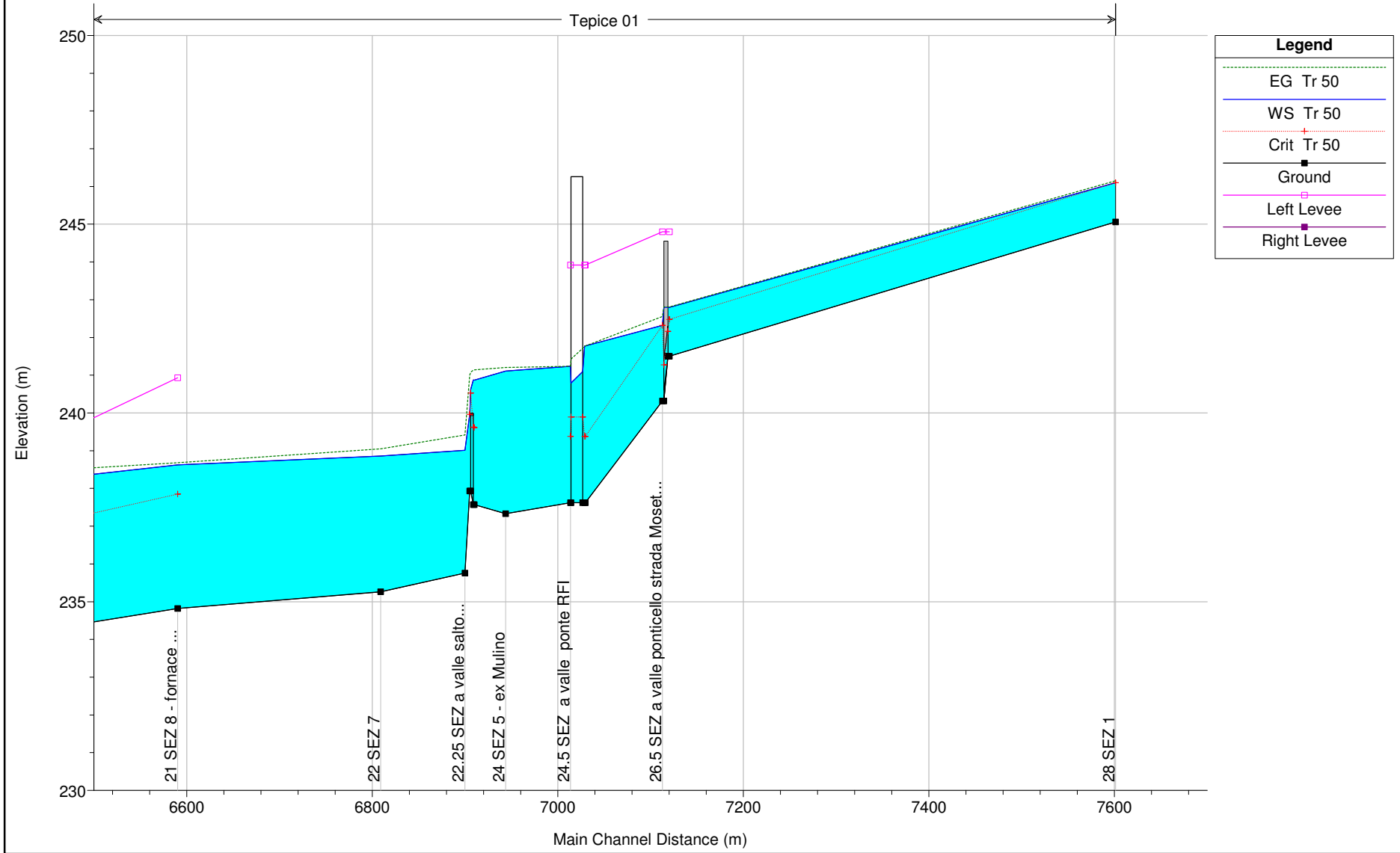
TEPICE 2010 PONTE RURA Plan: Plan 02 09/11/2010

Flusso fuori alveo fra Sez. 1 e ponte ferroviaria



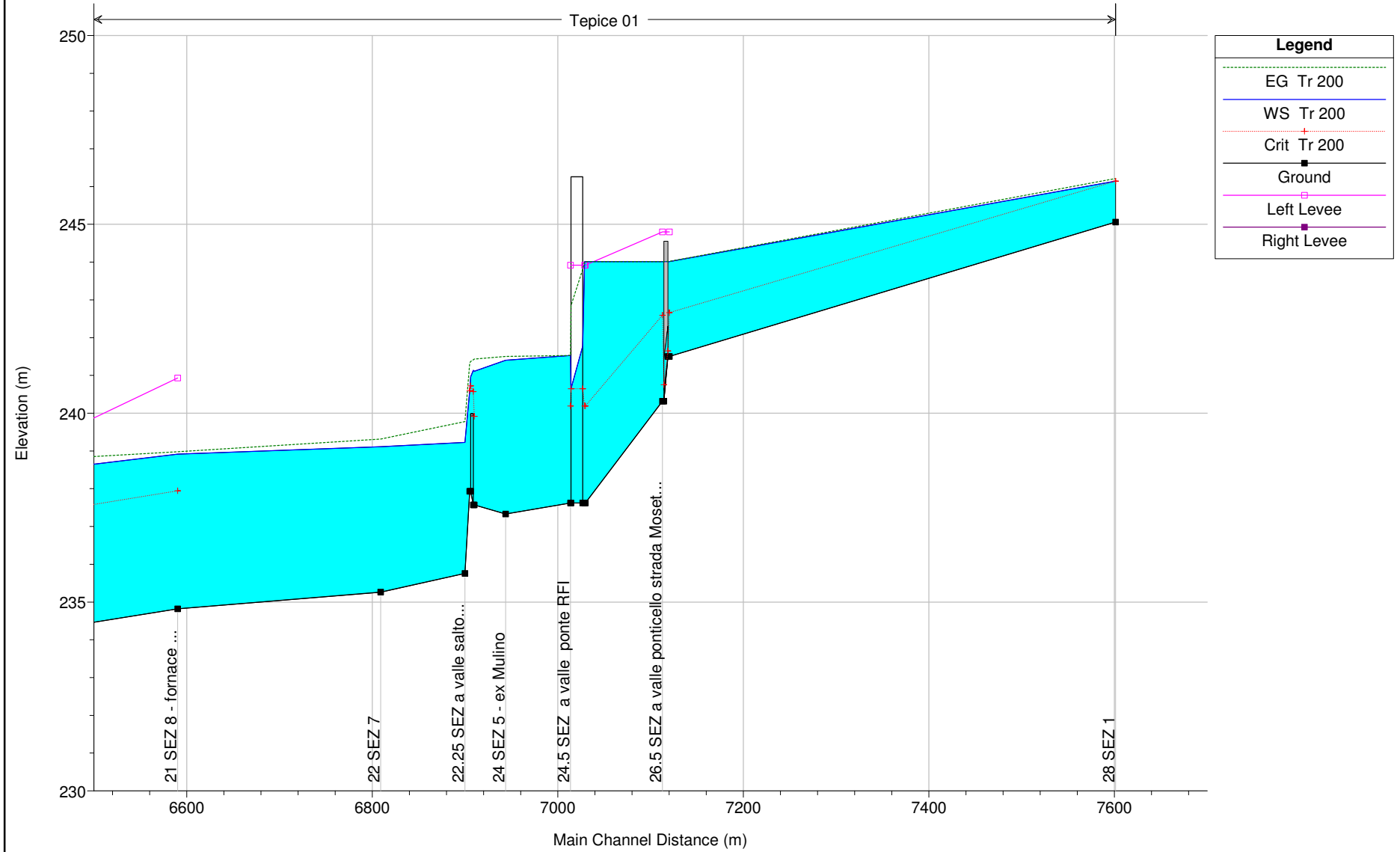
TEPICE 2010 PONTE RURA Plan: Plan 02 09/11/2010

Flusso fuori alveo fra Sez. 1 e ponte ferroviaria



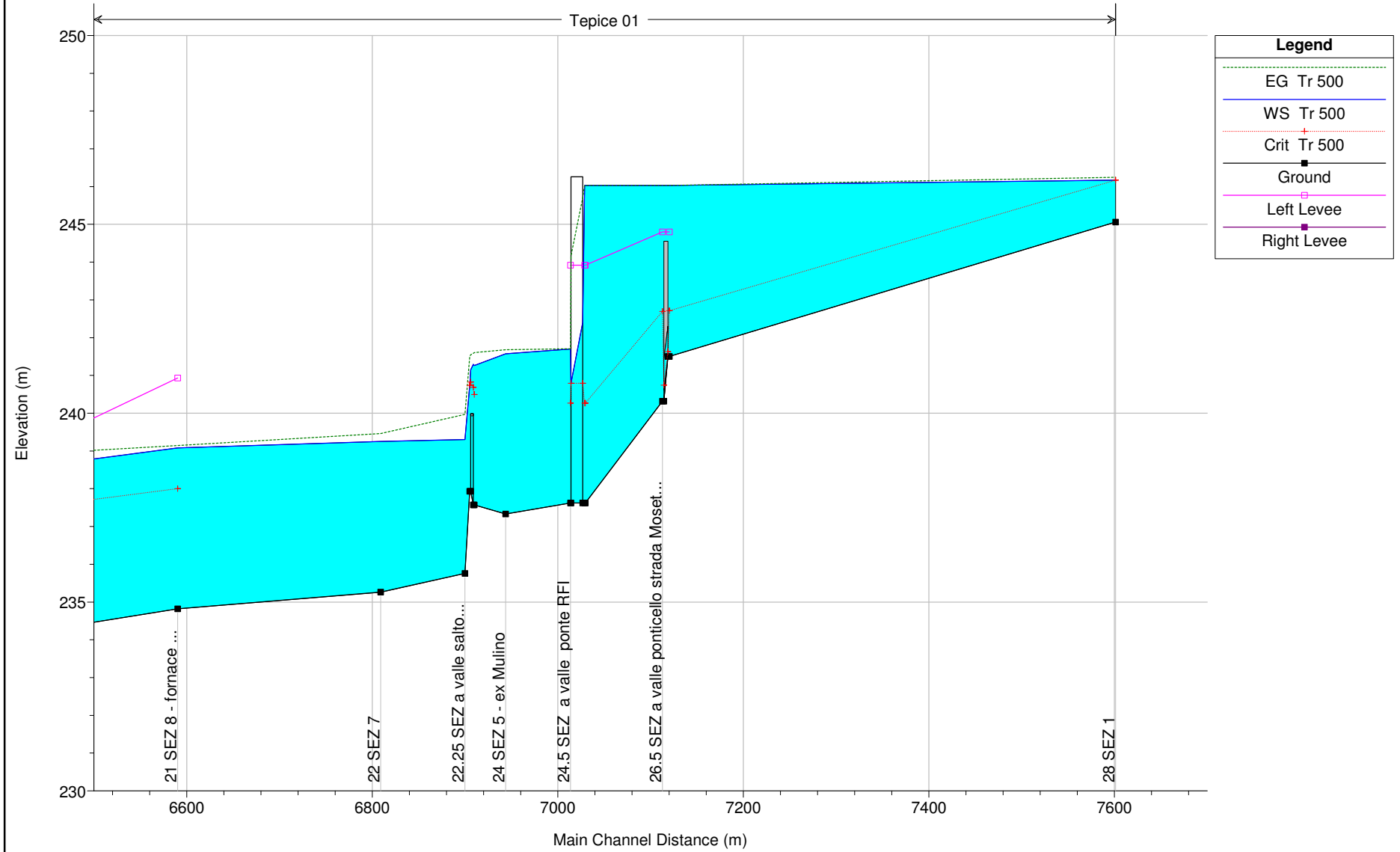
TEPICE 2010 PONTE RURA Plan: Plan 02 09/11/2010

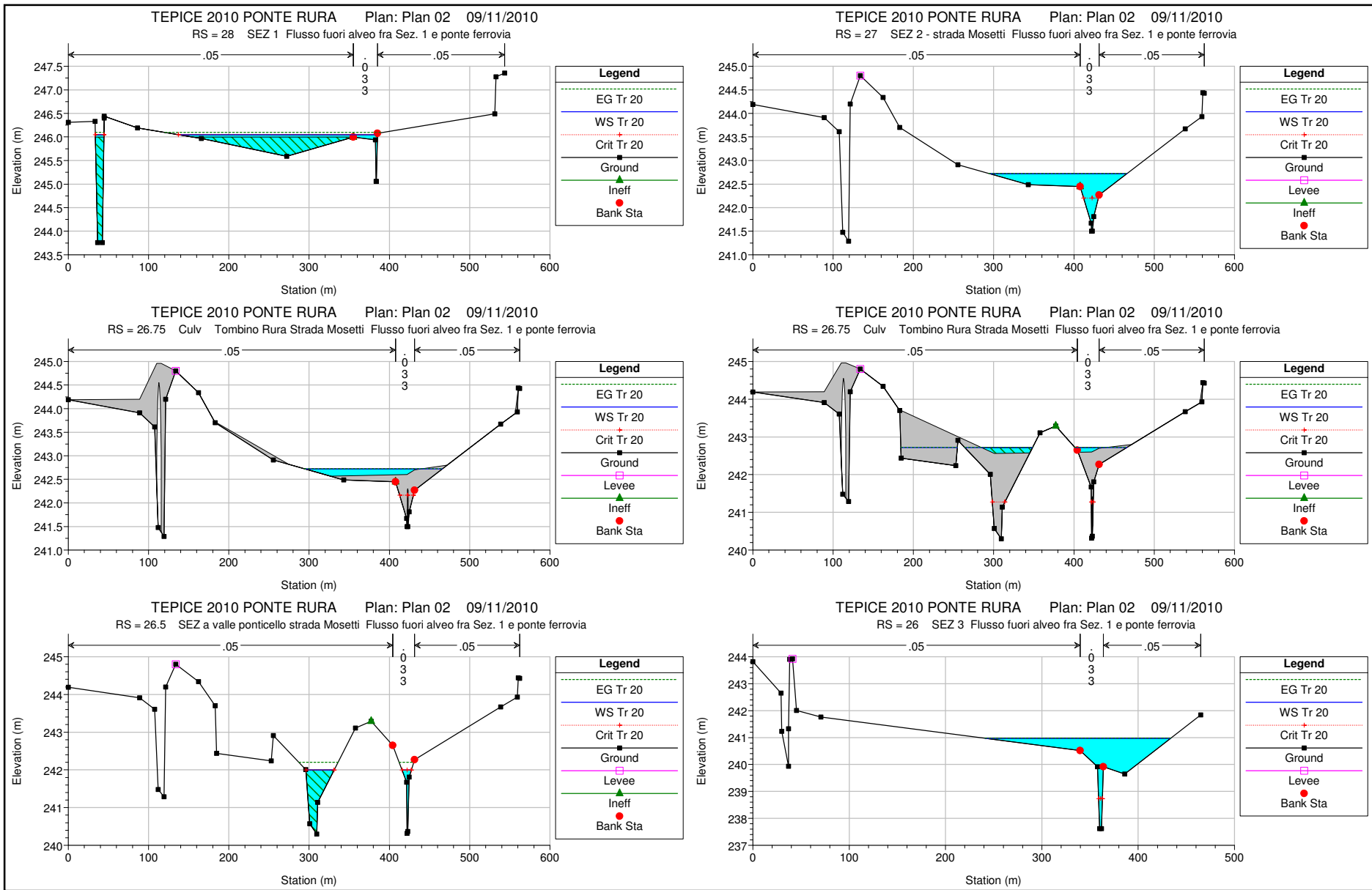
Flusso fuori alveo fra Sez. 1 e ponte ferroviaria

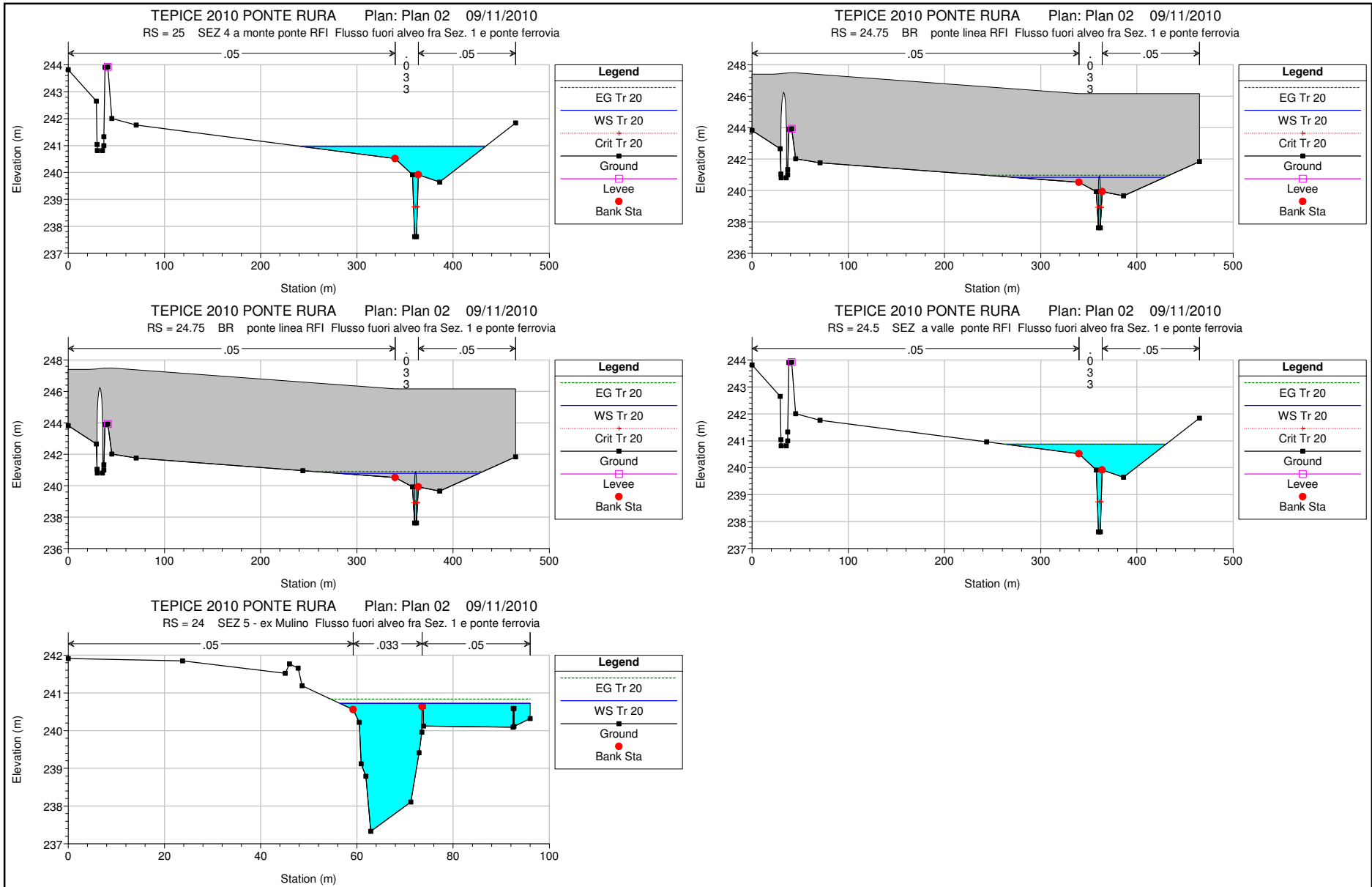


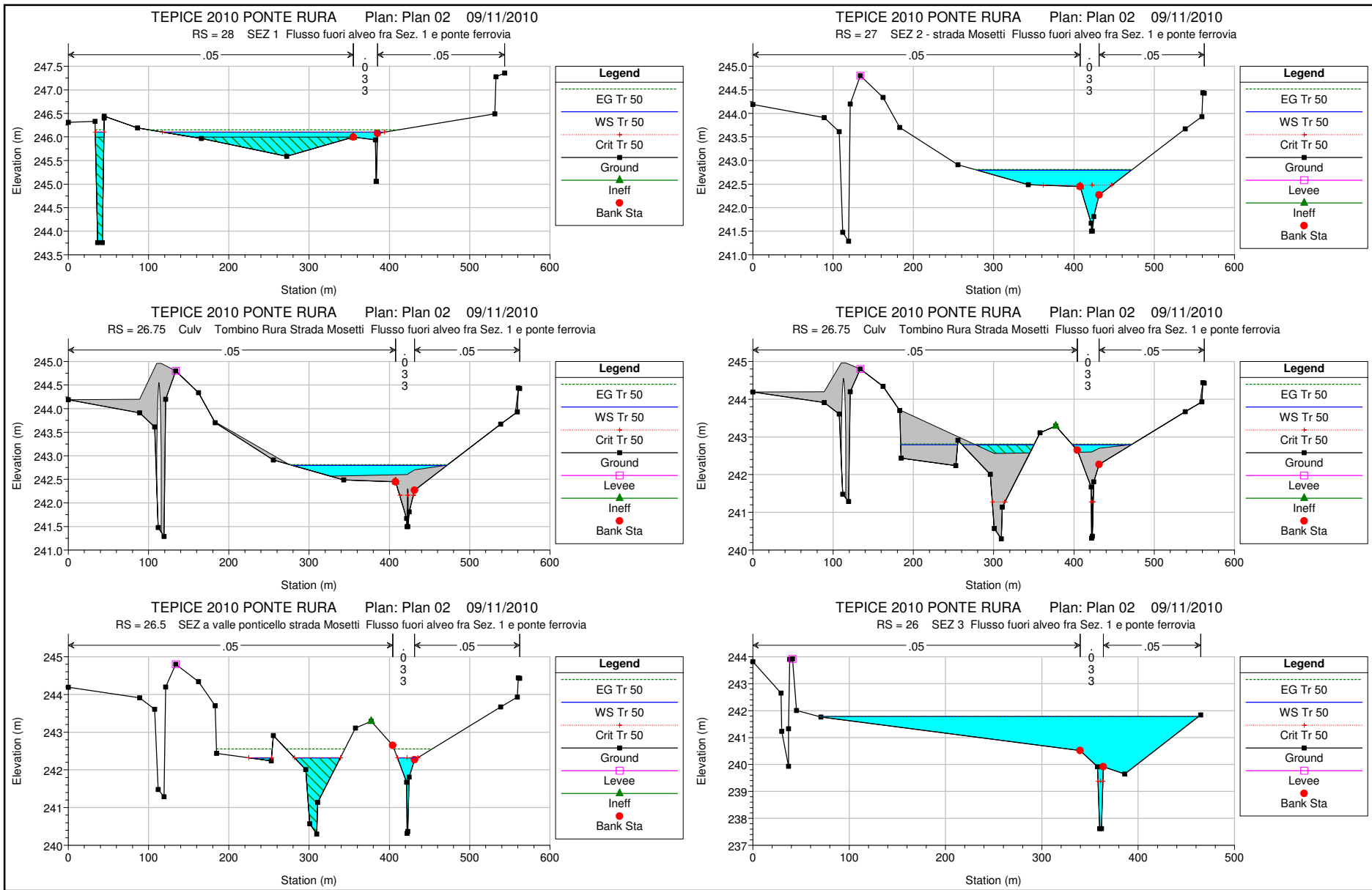
TEPICE 2010 PONTE RURA Plan: Plan 02 09/11/2010

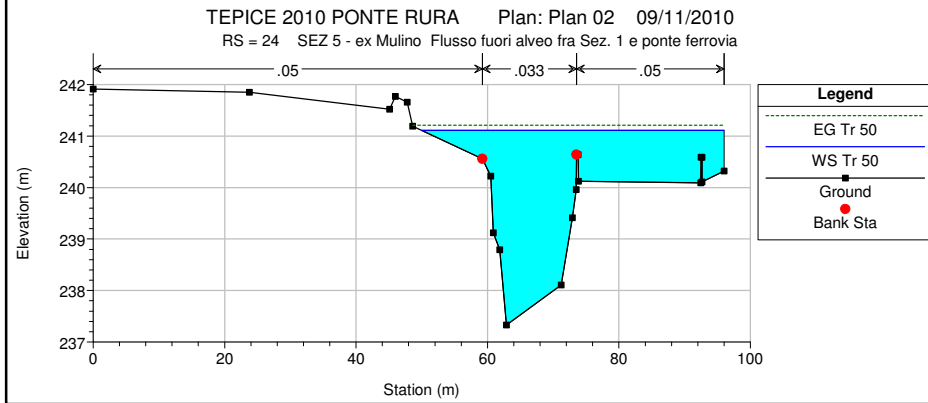
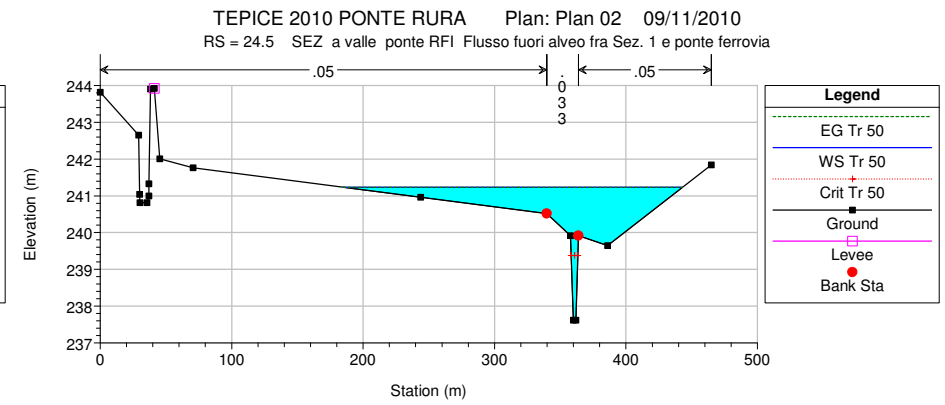
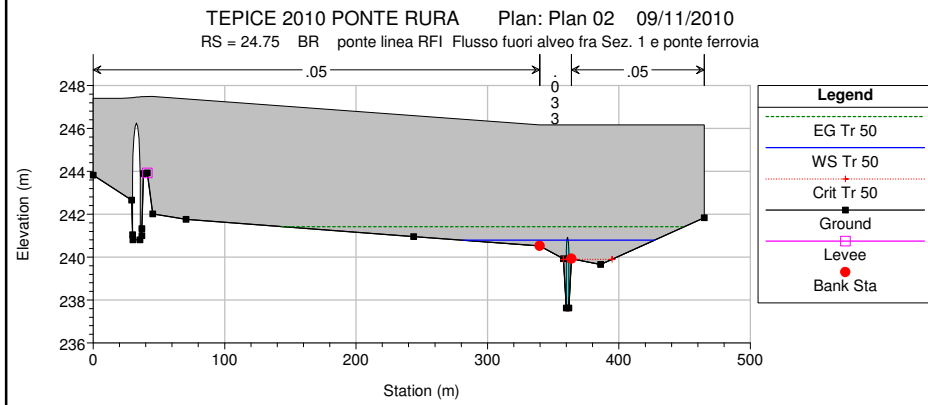
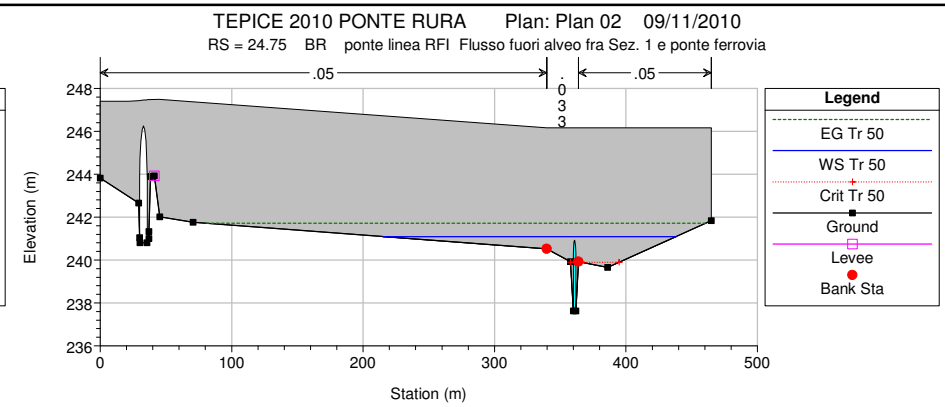
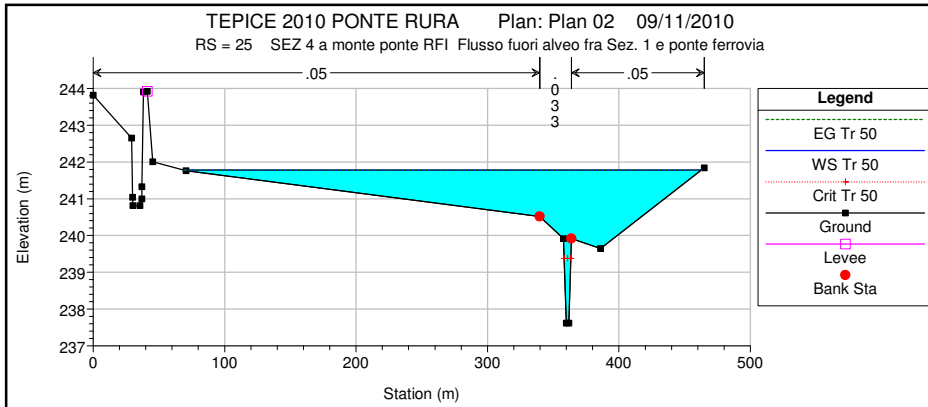
Flusso fuori alveo fra Sez. 1 e ponte ferroviaria

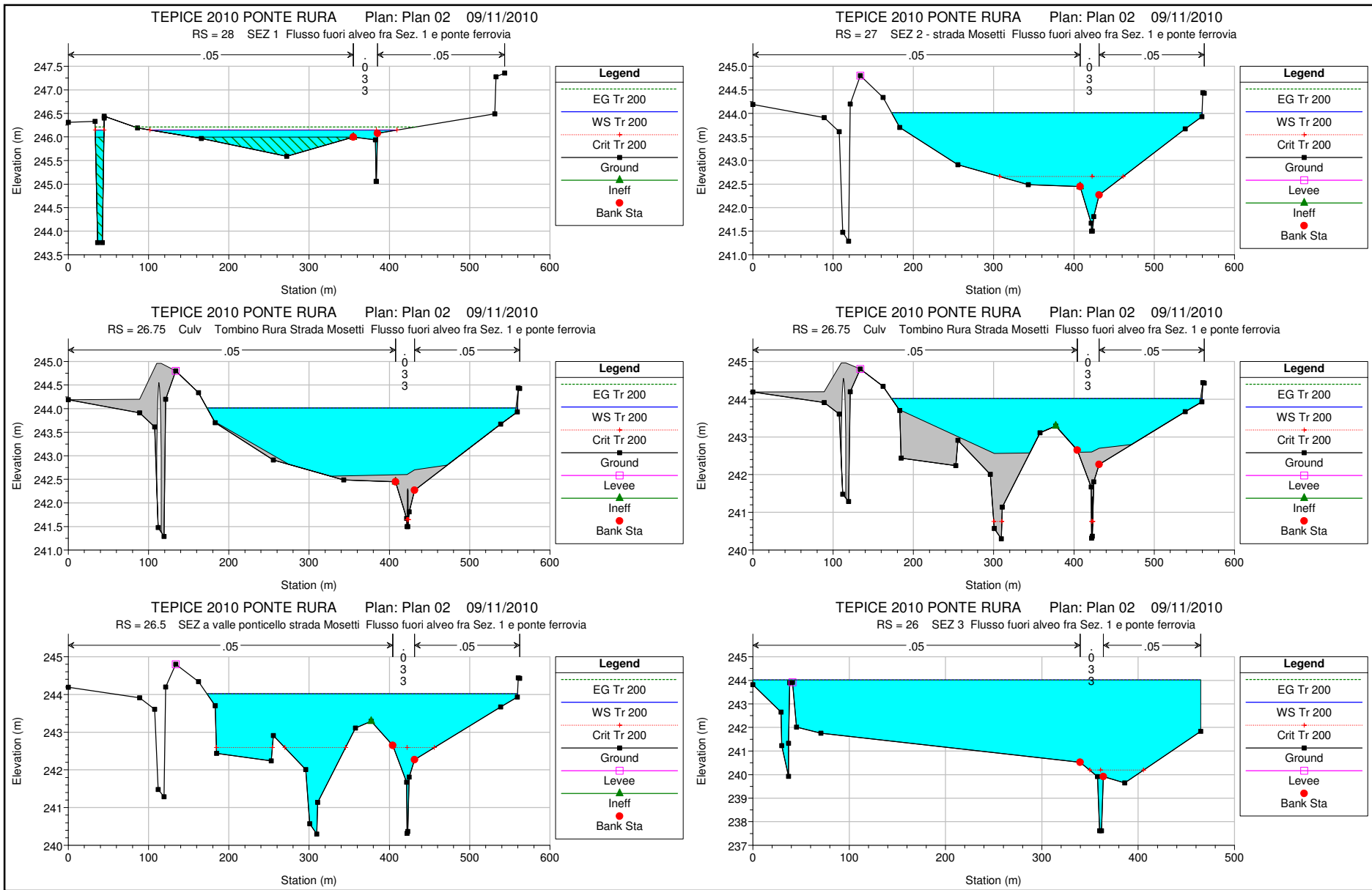


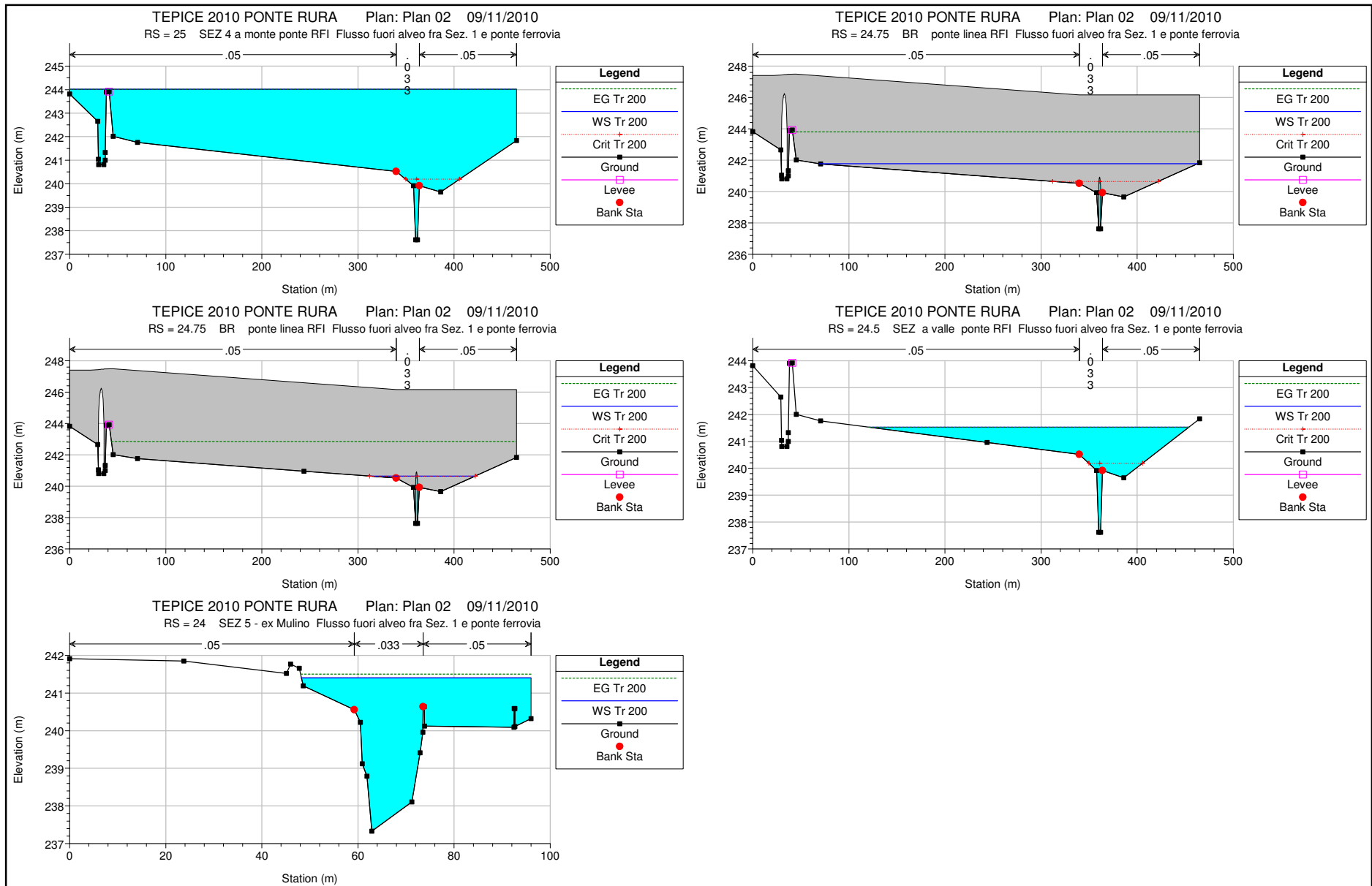


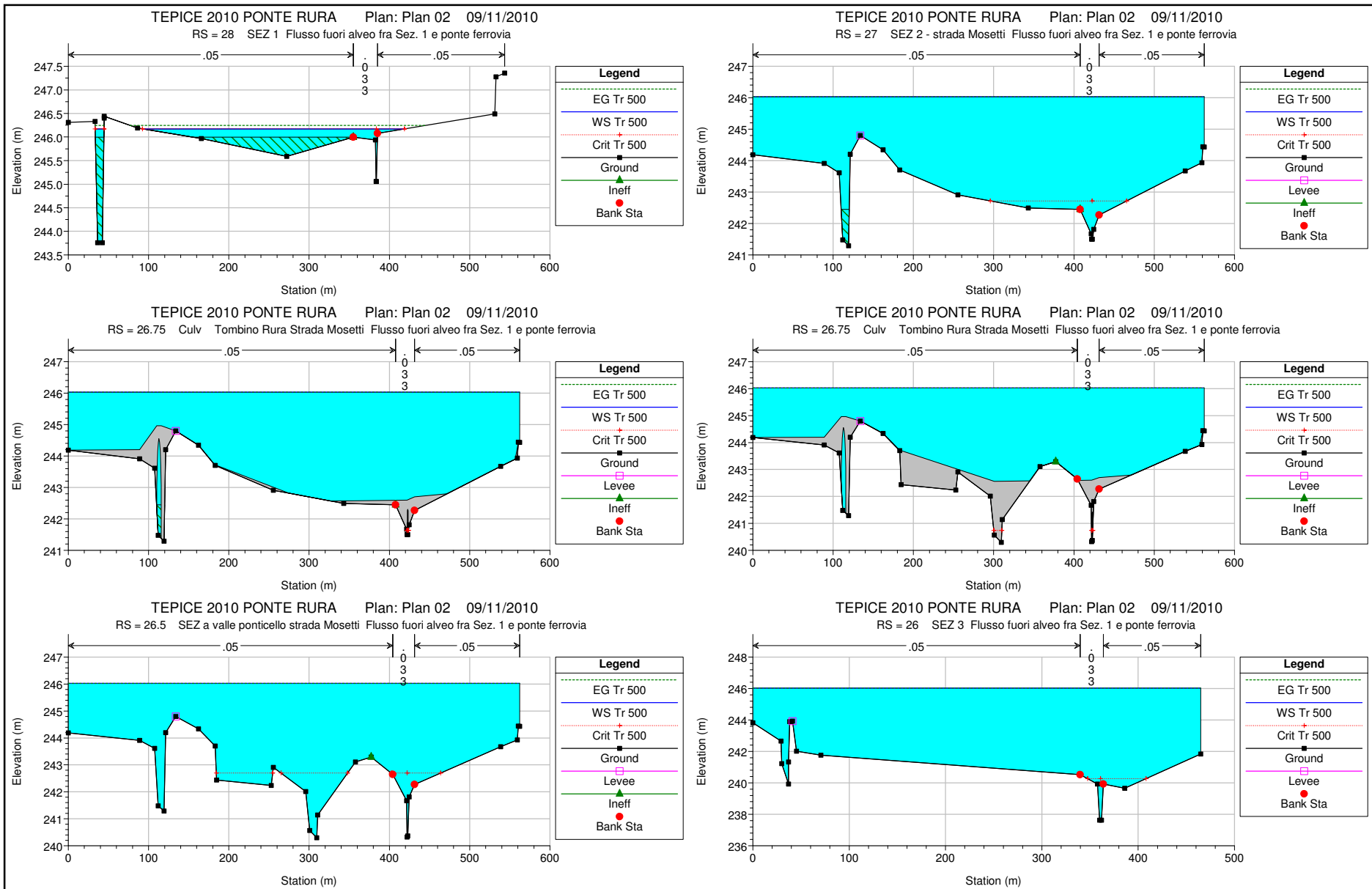


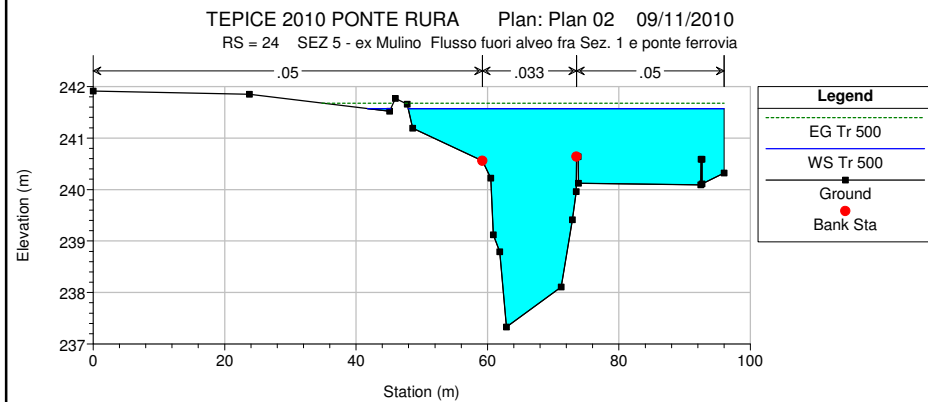
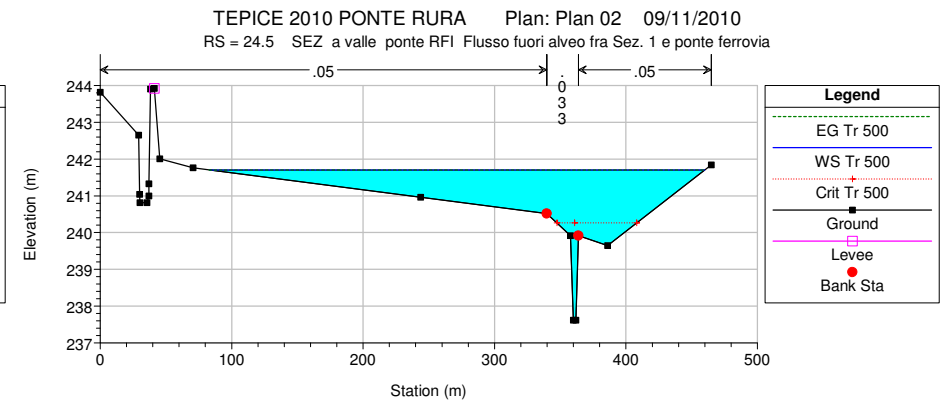
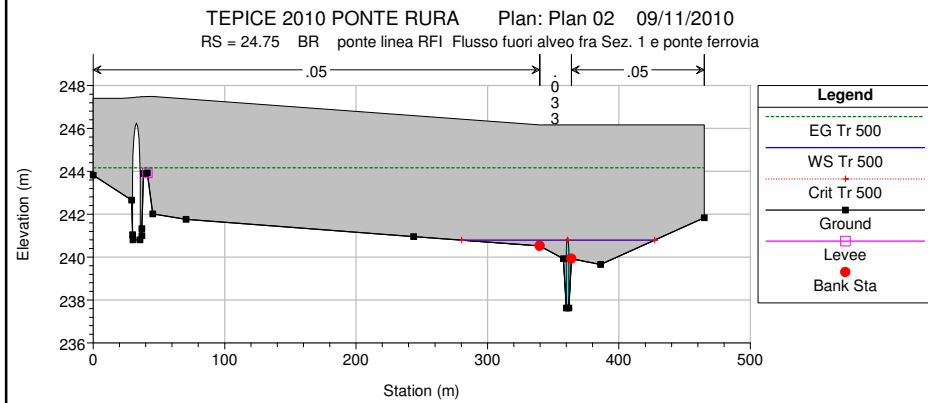
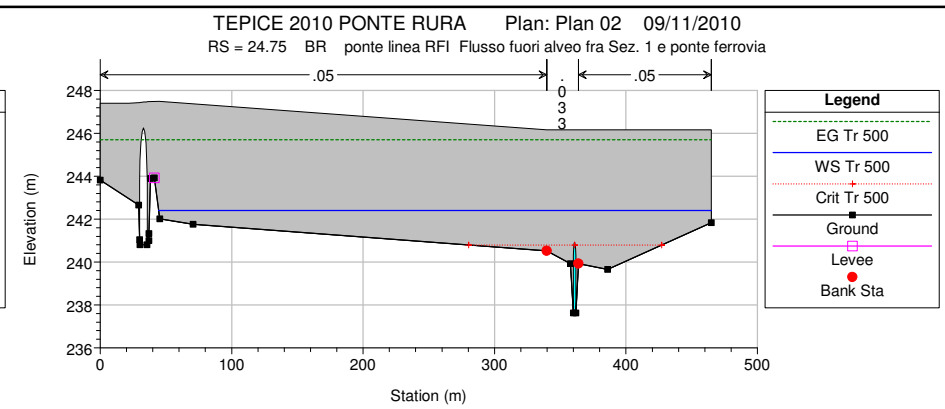
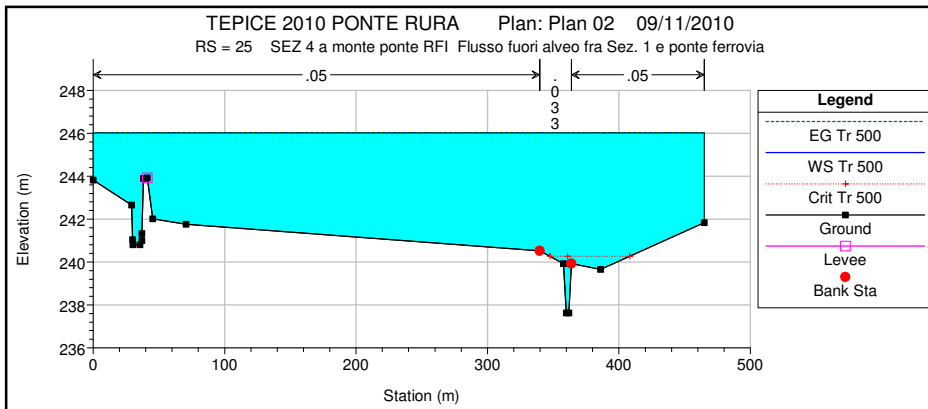












HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Tepice Reach: 01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	28	Tr 5	1.00	245.06	245.57	245.57	245.74	0.020462	1.81	0.55	11.38	1.00
01	28	Tr 20	9.50	245.06	246.05	246.05	246.09	0.028475	1.27	14.50	258.83	1.14
01	28	Tr 50	21.70	245.06	246.10	246.10	246.15	0.021170	1.39	29.02	287.53	1.04
01	28	Tr 100	31.00	245.06	246.13	246.13	246.19	0.022223	1.56	36.64	306.32	1.09
01	28	Tr 200	39.30	245.06	246.15	246.15	246.21	0.024348	1.72	41.93	318.72	1.16
01	28	Tr 300	44.00	245.06	246.15	246.15	246.23	0.028642	1.88	42.88	320.89	1.26
01	28	Tr 500	50.00	245.06	246.17	246.17	246.25	0.023674	1.82	50.22	337.19	1.16
01	27	Tr 5	1.00	241.50	242.56	241.81	242.56	0.000010	0.06	23.09	125.61	0.03
01	27	Tr 20	9.50	241.50	242.72	242.20	242.72	0.000236	0.38	46.46	170.59	0.14
01	27	Tr 50	21.70	241.50	242.80	242.48	242.81	0.000708	0.69	60.19	192.15	0.25
01	27	Tr 100	31.00	241.50	242.85	242.61	242.87	0.000997	0.86	71.11	207.72	0.30
01	27	Tr 200	39.30	241.50	244.02	242.66	244.02	0.000014	0.18	433.06	386.92	0.04
01	27	Tr 300	44.00	241.50	244.86	242.69	244.86	0.000003	0.10	901.85	562.34	0.02
01	27	Tr 500	50.00	241.50	246.03	242.72	246.03	0.000001	0.06	1561.08	562.34	0.01
01	26.75		Culvert									
01	26.5	Tr 5	1.00	240.32	240.80	240.80	240.98	0.021693	1.85	0.54	11.79	1.00
01	26.5	Tr 20	9.50	240.32	242.00	242.00	242.20	0.017040	2.01	4.73	46.91	1.01
01	26.5	Tr 50	21.70	240.32	242.32	242.32	242.55	0.014434	2.13	10.28	110.77	0.98
01	26.5	Tr 100	31.00	240.32	242.68	242.49	242.79	0.004068	1.48	25.62	212.47	0.56
01	26.5	Tr 200	39.30	240.32	244.02	242.59	244.02	0.000007	0.13	537.58	386.90	0.03
01	26.5	Tr 300	44.00	240.32	244.85	242.64	244.85	0.000002	0.08	1010.62	562.34	0.02
01	26.5	Tr 500	50.00	240.32	246.03	242.69	246.03	0.000000	0.05	1675.56	562.34	0.01
01	26	Tr 5	1.00	237.62	240.24	237.90	240.24	0.000004	0.05	28.82	58.82	0.02
01	26	Tr 20	9.50	237.62	240.97	238.73	240.97	0.000020	0.14	109.55	192.54	0.04
01	26	Tr 50	21.70	237.62	241.78	239.38	241.78	0.000008	0.13	345.33	393.62	0.03
01	26	Tr 100	31.00	237.62	242.75	240.10	242.75	0.000002	0.08	753.25	421.27	0.01
01	26	Tr 200	39.30	237.62	244.02	240.19	244.02	0.000000	0.05	1337.18	464.90	0.01
01	26	Tr 300	44.00	237.62	244.85	240.23	244.85	0.000000	0.04	1723.33	464.90	0.01
01	26	Tr 500	50.00	237.62	246.03	240.27	246.03	0.000000	0.04	2273.06	464.90	0.00
01	25	Tr 5	1.00	237.62	240.24	237.90	240.24	0.000004	0.05	28.82	58.82	0.02
01	25	Tr 20	9.50	237.62	240.97	238.73	240.97	0.000020	0.14	109.55	192.53	0.04
01	25	Tr 50	21.70	237.62	241.78	239.38	241.78	0.000008	0.13	345.33	393.62	0.03
01	25	Tr 100	31.00	237.62	242.75	240.10	242.75	0.000002	0.08	753.25	421.27	0.01
01	25	Tr 200	39.30	237.62	244.02	240.19	244.02	0.000000	0.05	1335.48	464.90	0.01
01	25	Tr 300	44.00	237.62	244.85	240.23	244.85	0.000000	0.04	1721.63	464.90	0.01
01	25	Tr 500	50.00	237.62	246.03	240.27	246.03	0.000000	0.04	2271.35	464.90	0.00
01	24.75		Bridge									
01	24.5	Tr 5	1.00	237.62	240.23	237.90	240.23	0.000004	0.05	28.74	58.72	0.02
01	24.5	Tr 20	9.50	237.62	240.87	238.73	240.87	0.000029	0.17	91.32	166.84	0.05
01	24.5	Tr 50	21.70	237.62	241.23	239.38	241.24	0.000041	0.24	167.92	258.09	0.06
01	24.5	Tr 100	31.00	237.62	241.39	240.10	241.39	0.000051	0.28	210.21	296.68	0.07
01	24.5	Tr 200	39.30	237.62	241.53	240.19	241.53	0.000053	0.30	255.04	332.74	0.07
01	24.5	Tr 300	44.00	237.62	241.61	240.23	241.61	0.000053	0.31	281.85	352.55	0.07
01	24.5	Tr 500	50.00	237.62	241.70	240.27	241.70	0.000052	0.32	316.48	376.58	0.07
01	24	Tr 5	40.00	237.33	240.04		240.17	0.001457	1.61	24.88	12.95	0.37
01	24	Tr 20	59.50	237.33	240.72		240.84	0.001080	1.57	47.69	39.52	0.32
01	24	Tr 50	71.70	237.33	241.11		241.21	0.000805	1.50	64.31	46.06	0.29
01	24	Tr 100	81.00	237.33	241.26		241.36	0.000812	1.56	71.26	47.51	0.29
01	24	Tr 200	89.30	237.33	241.40		241.50	0.000795	1.59	78.02	47.77	0.29
01	24	Tr 300	94.00	237.33	241.48		241.58	0.000785	1.61	81.74	47.92	0.29
01	24	Tr 500	100.00	237.33	241.57		241.68	0.000776	1.63	86.35	51.65	0.29

Fosso Rura

Risultati del modello di simulazione idraulica HEC-Ras

- Profilo longitudinale per Tr = 20 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 50 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 200 anni
- Profilo longitudinale per Tr = 500 anni

- Sezioni idrauliche per Tr = 20 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 50 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 200 anni
- Sezioni idrauliche per Tr = 500 anni

- Tabella dei risultati per Tr = 5 - 20 - 50 - 100 - 200 - 300 - 500 anni

FOSSO RURA		
river Stage	SEZ	Q20
19	1	↓
18	2	
17	3	2.6
16	(3b)	↓
15	4	
14	5	
13	6	
12	7	3.7
11	8	
10	9	3.7
9	9A	4.2
8	10	↓
7	11	
6	12	
5	13	
4	14	4.6
3	15	
2	16	
1	17	4.7

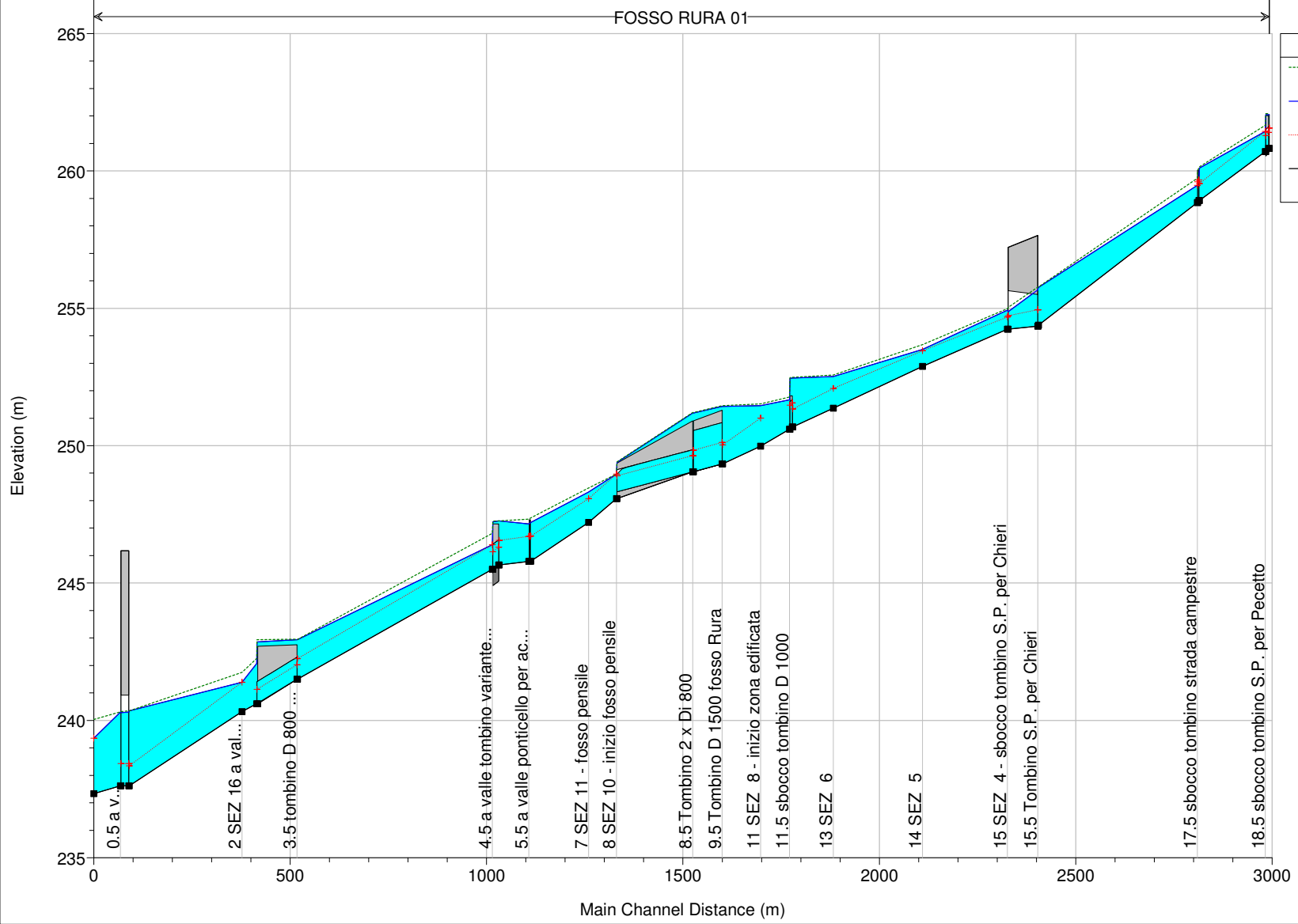
Corrispondenza fra la numerazione delle sezioni rilevate (SEZ) e la numerazione delle sezioni idrauliche nel modello (river Stage).

Le portate calcolate nelle diverse sezioni idrografiche sono applicate in corrispondenza delle sezioni indicate qui a lato.

FOSSO RURA Plan: Plan 01 09/11/2010

FOSSO RURA 01

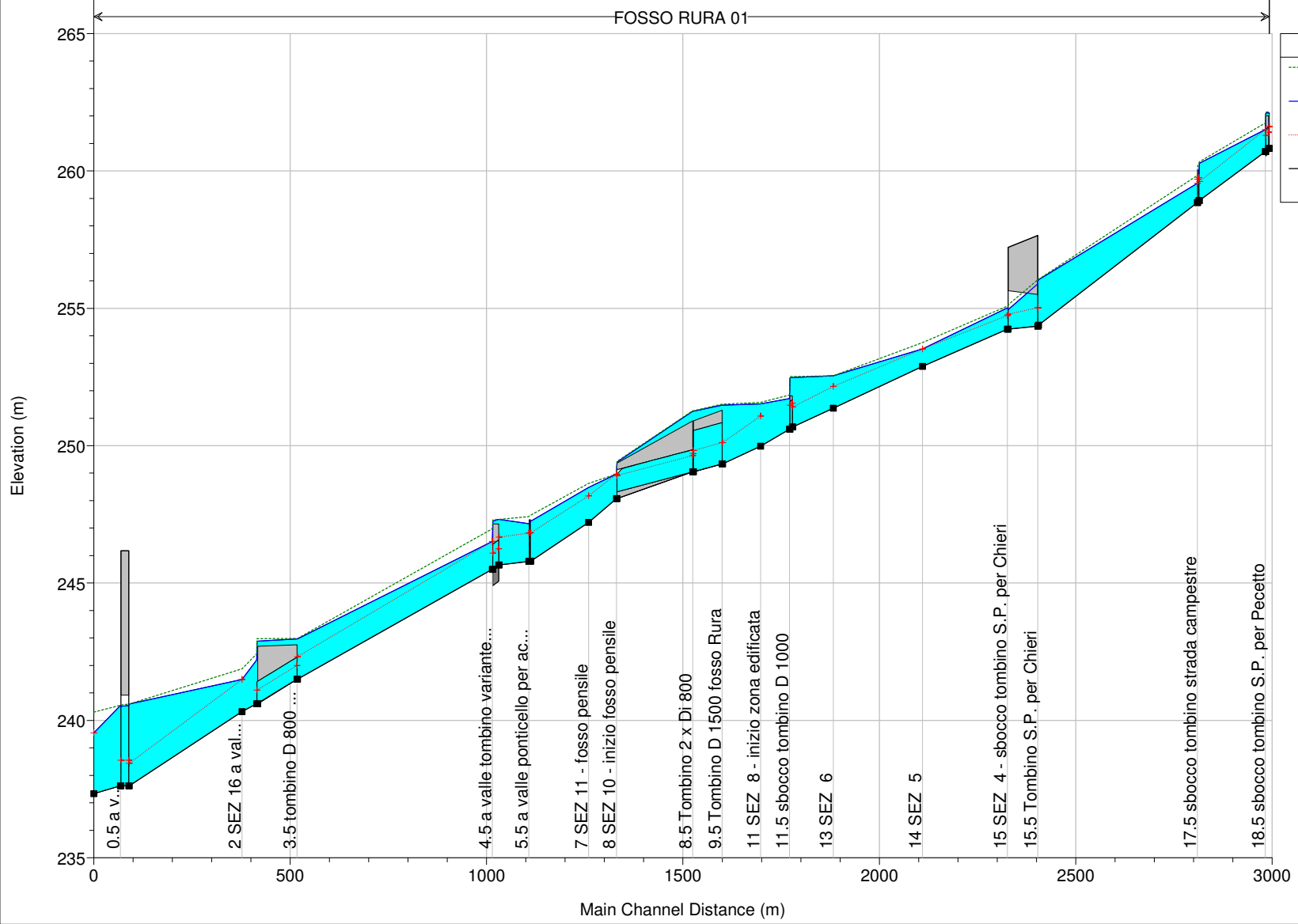
Legend	
	EG Tr 20
	WS Tr 20
	Crit Tr 20
	Ground



FOSSO RURA Plan: Plan 01 09/11/2010

FOSSO RURA 01

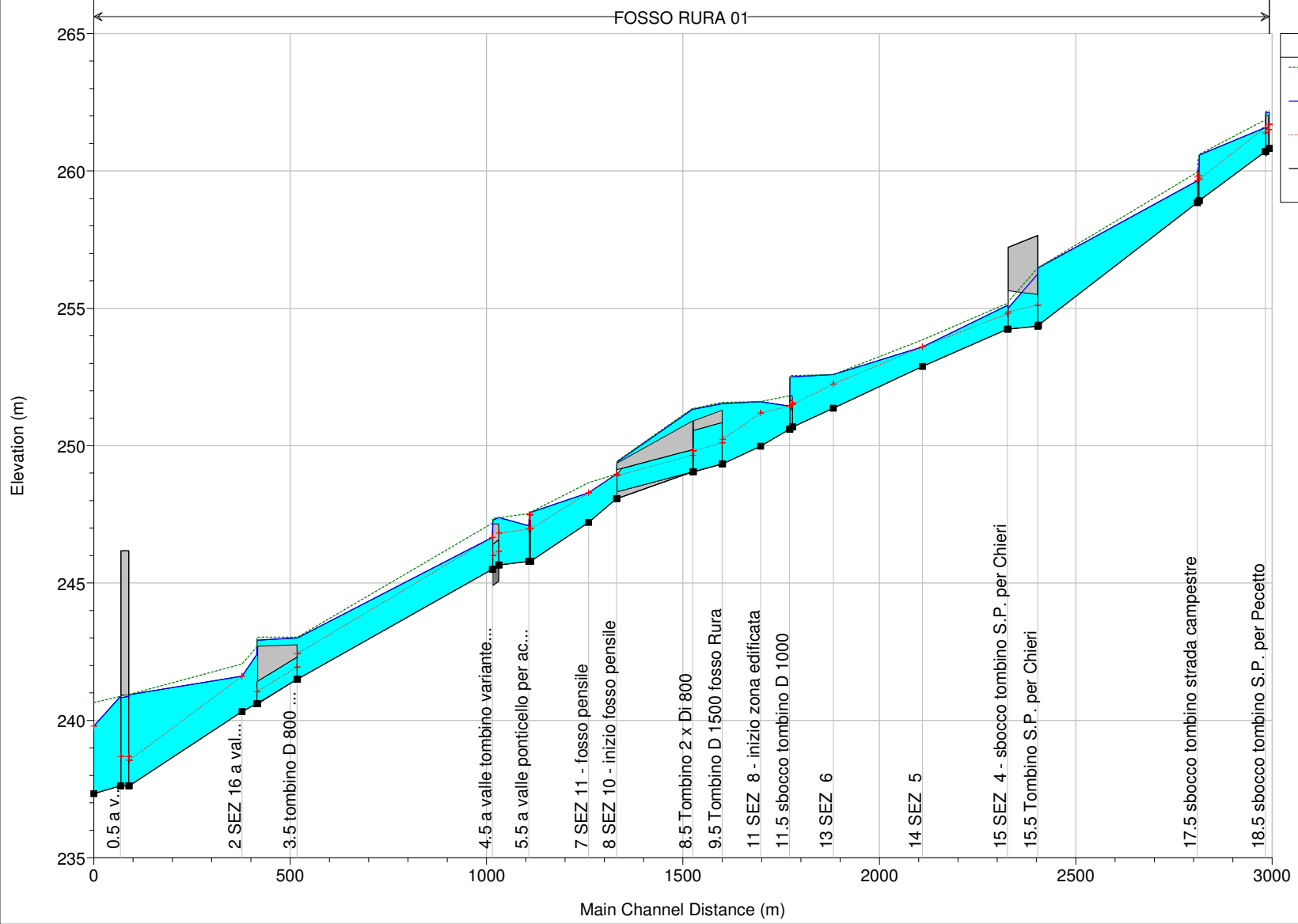
Legend	
	EG Tr 50
	WS Tr 50
	Crit Tr 50
	Ground



FOSSO RURA Plan: Plan 01 09/11/2010

FOSSO RURA 01

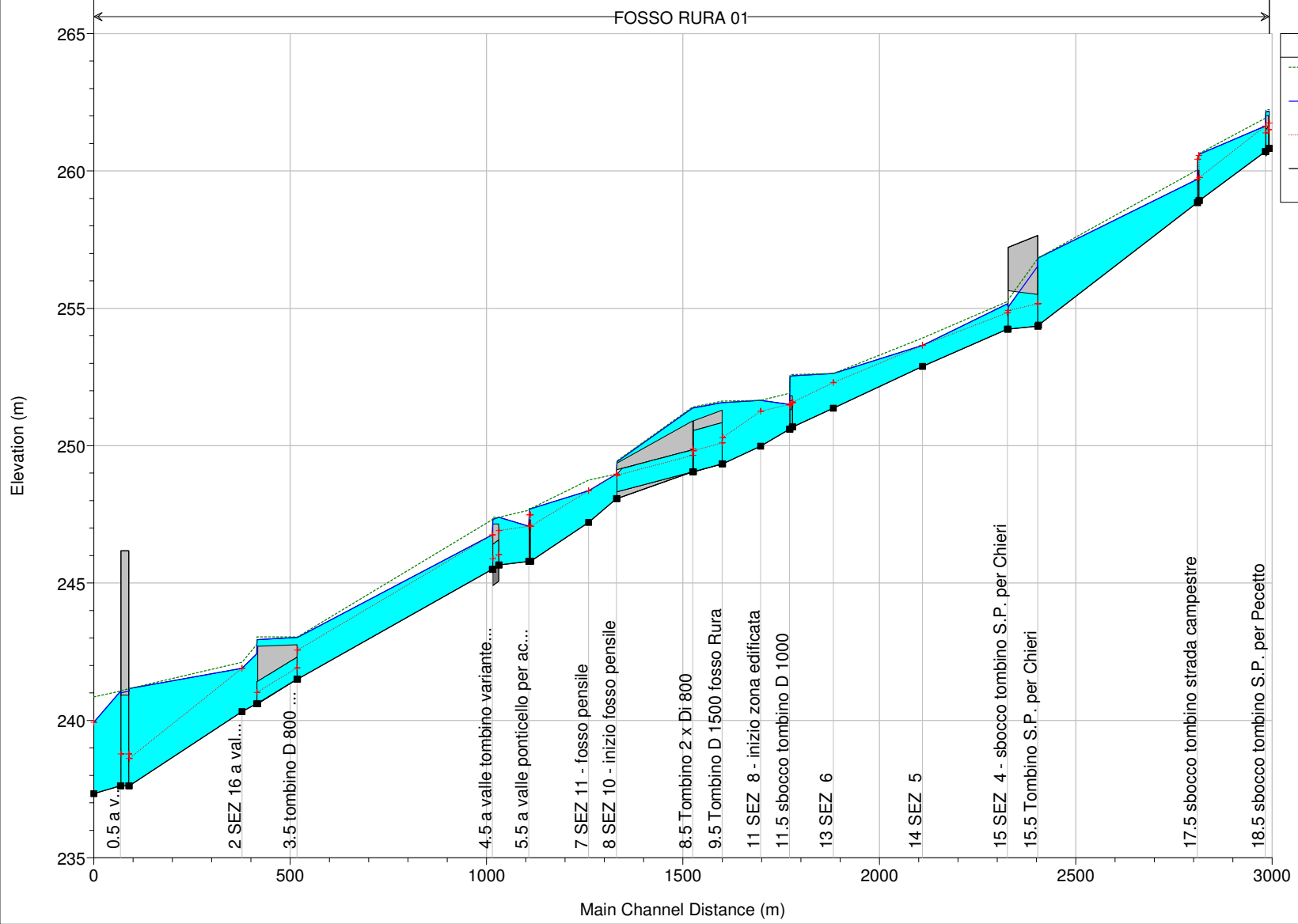
Legend	
EG Tr 200	
WS Tr 200	
Crit Tr 200	
Ground	

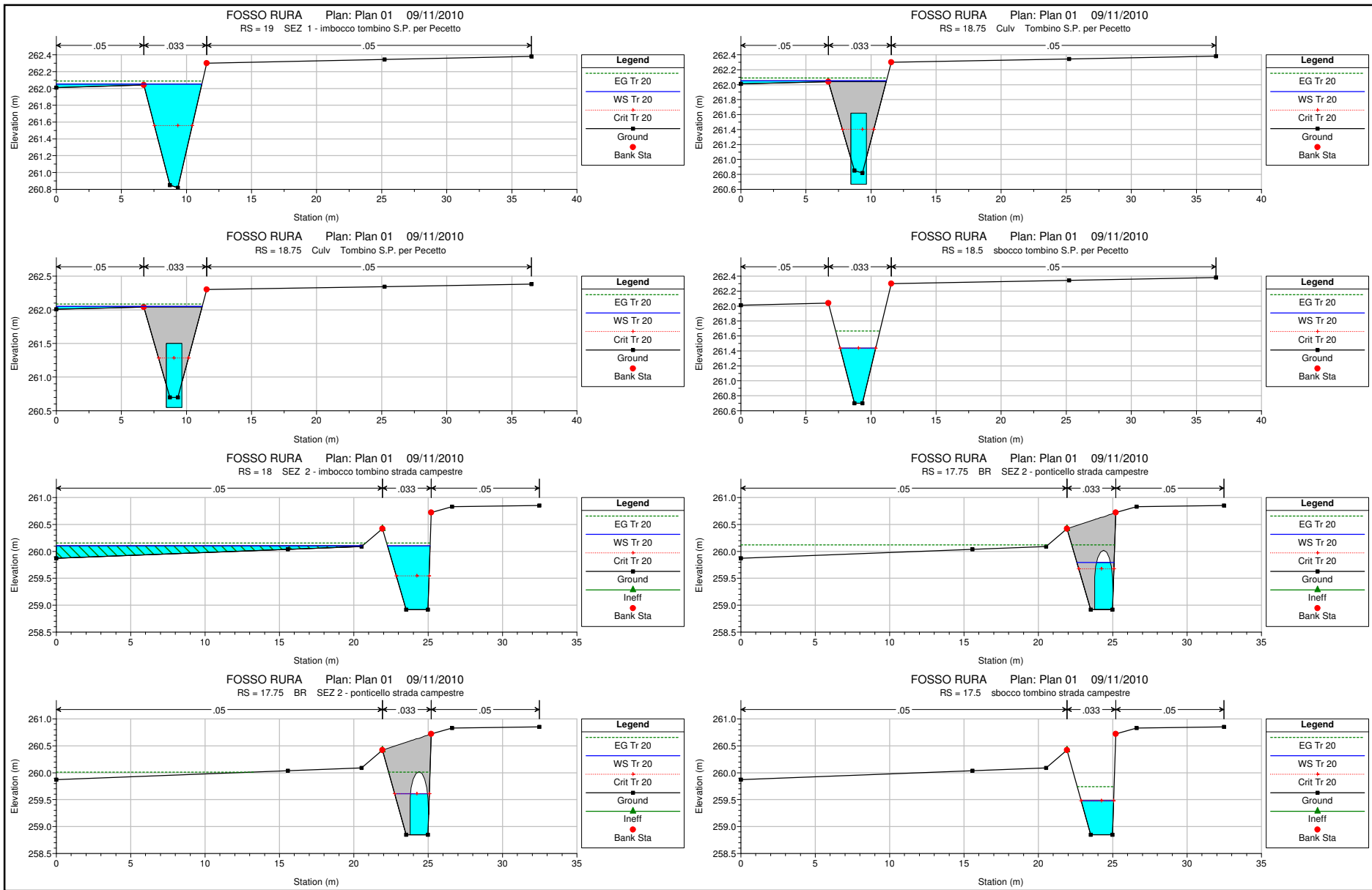


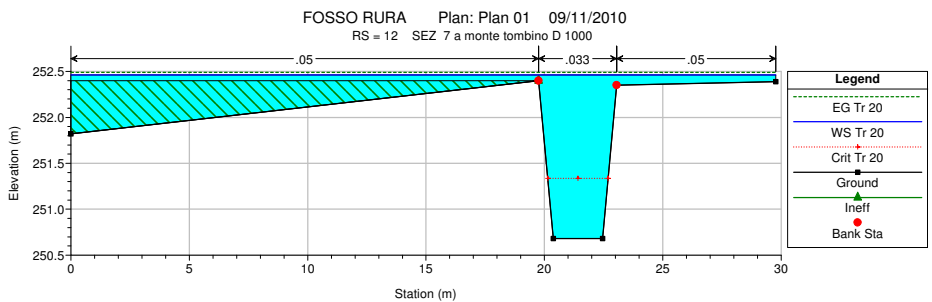
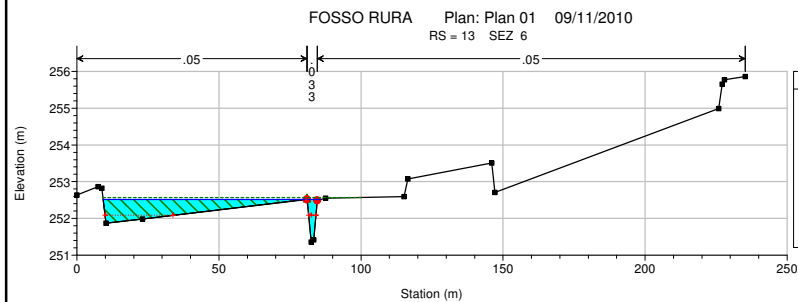
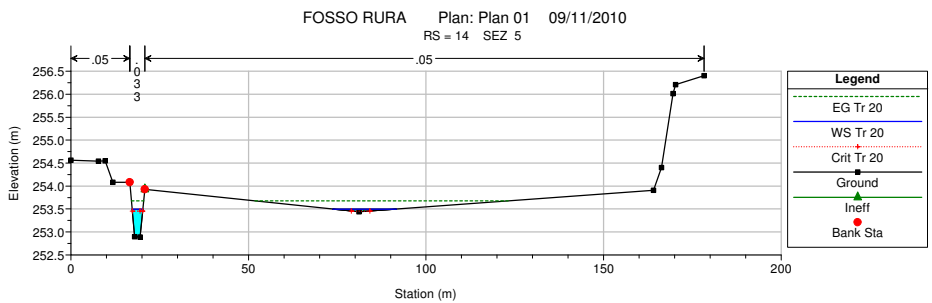
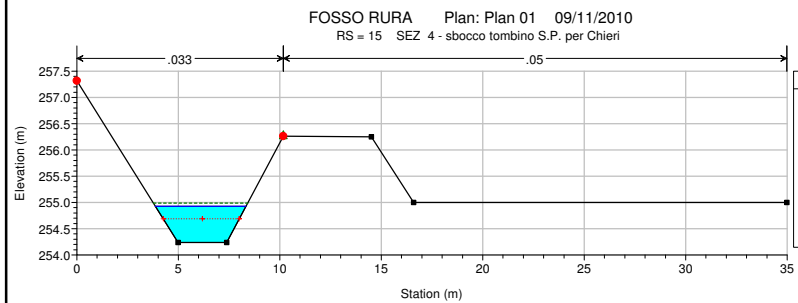
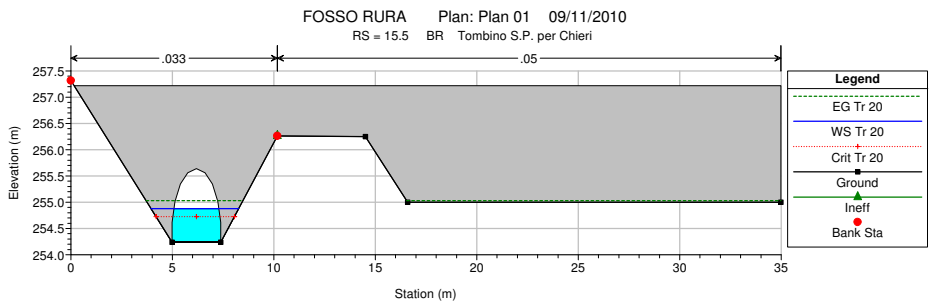
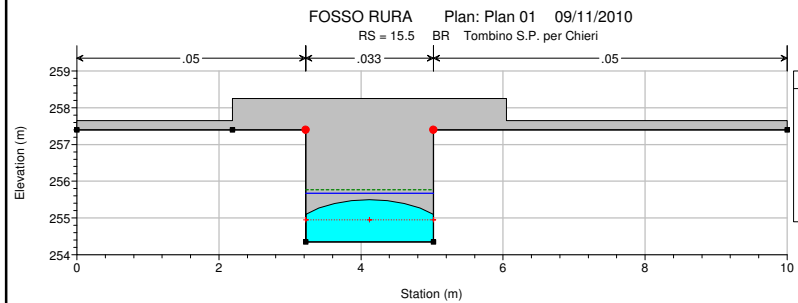
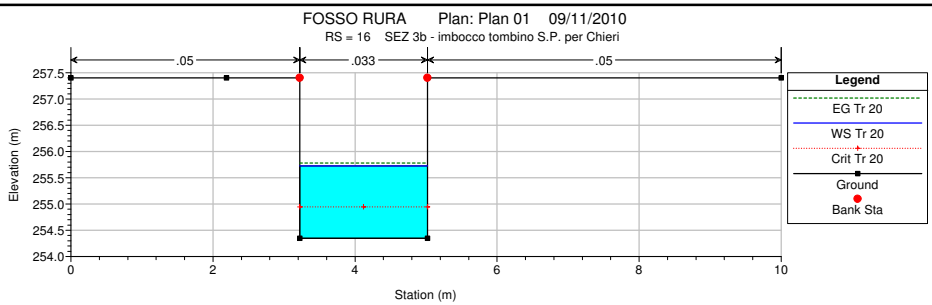
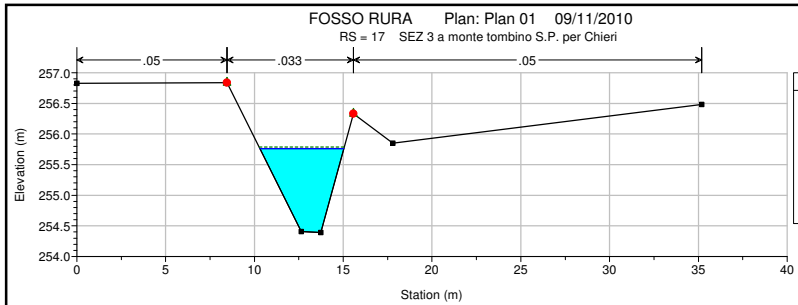
FOSSO RURA Plan: Plan 01 09/11/2010

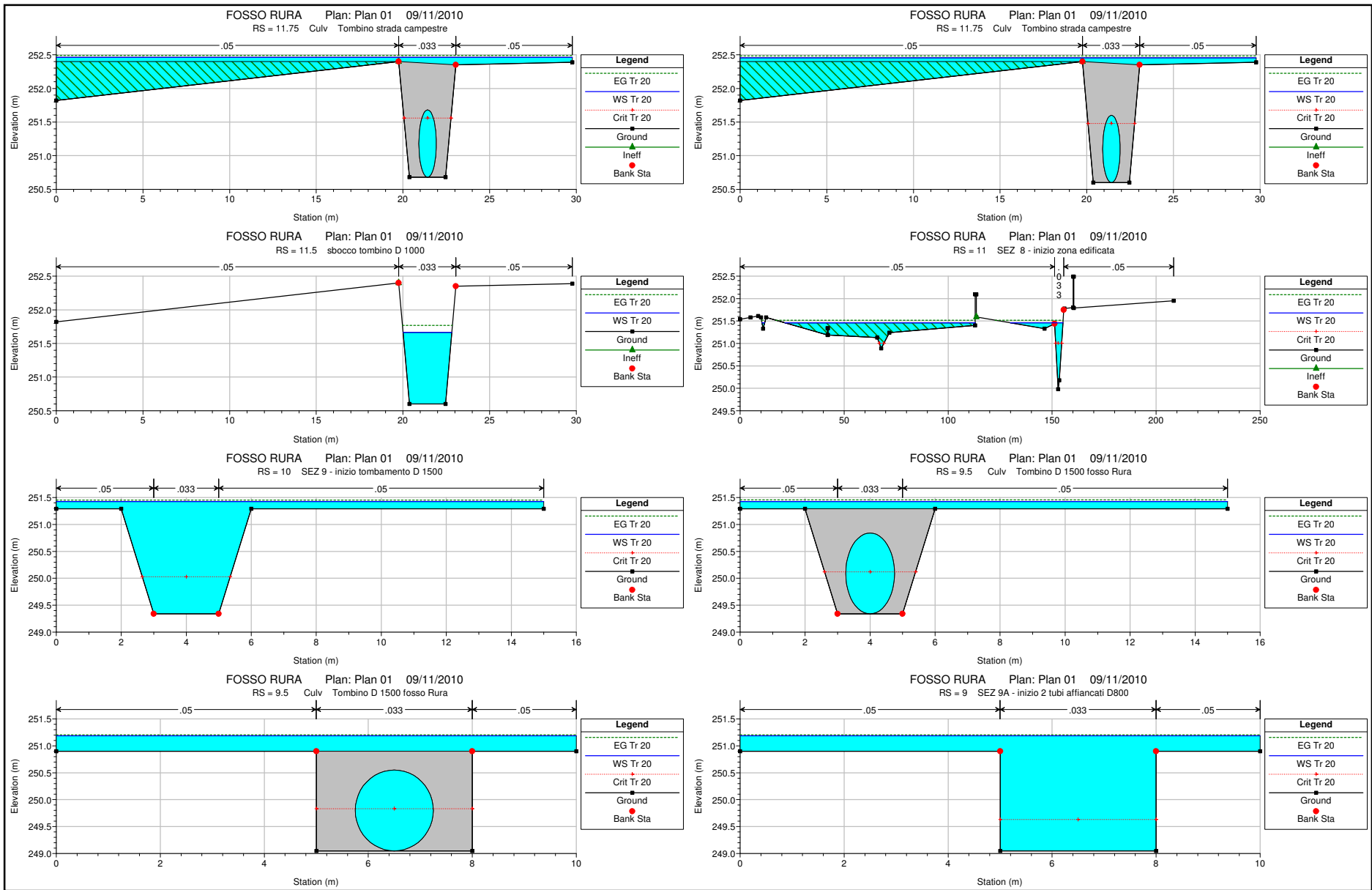
FOSSO RURA 01

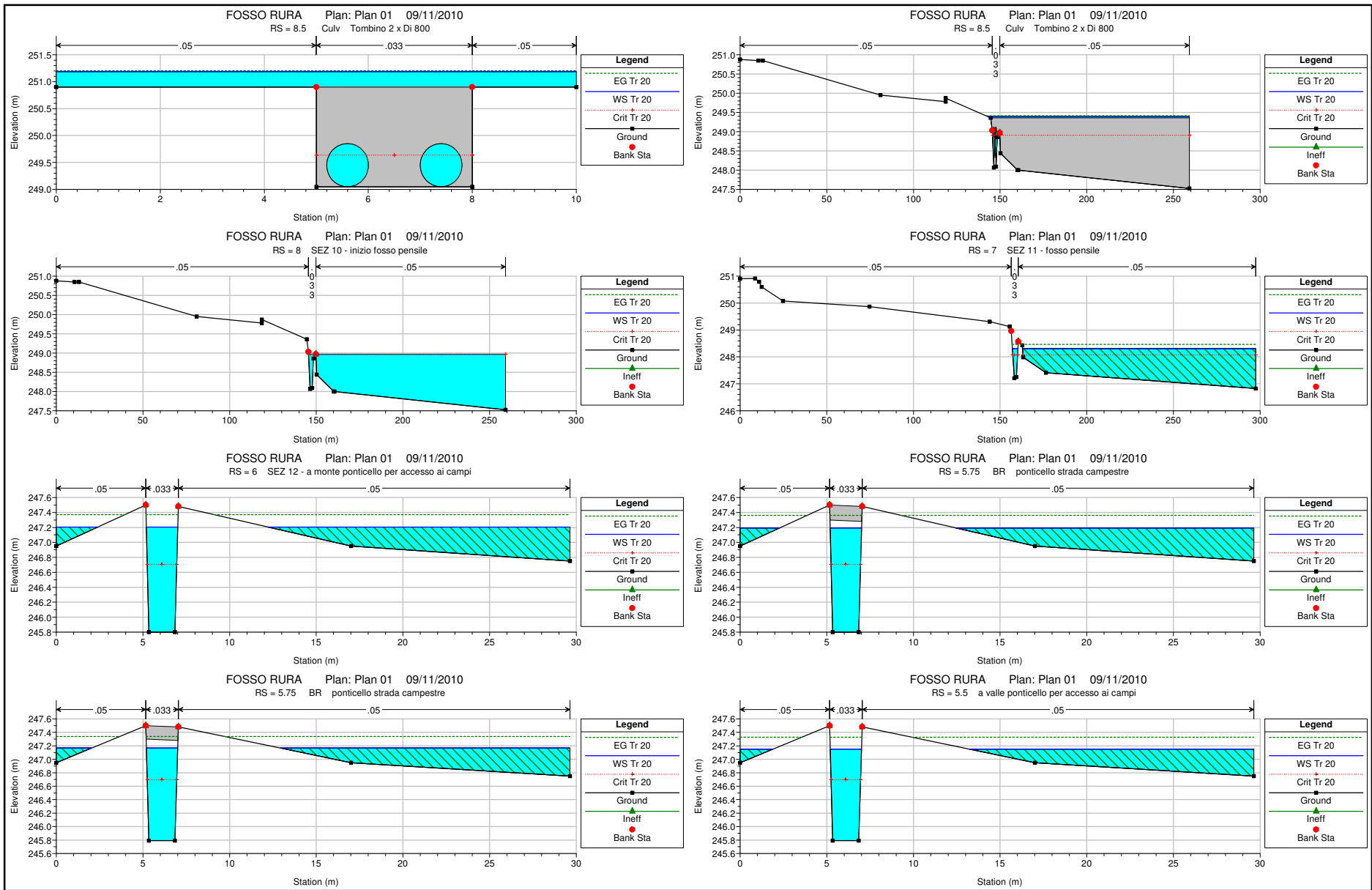
Legend	
EG Tr 500	
WS Tr 500	
Crit Tr 500	
Ground	

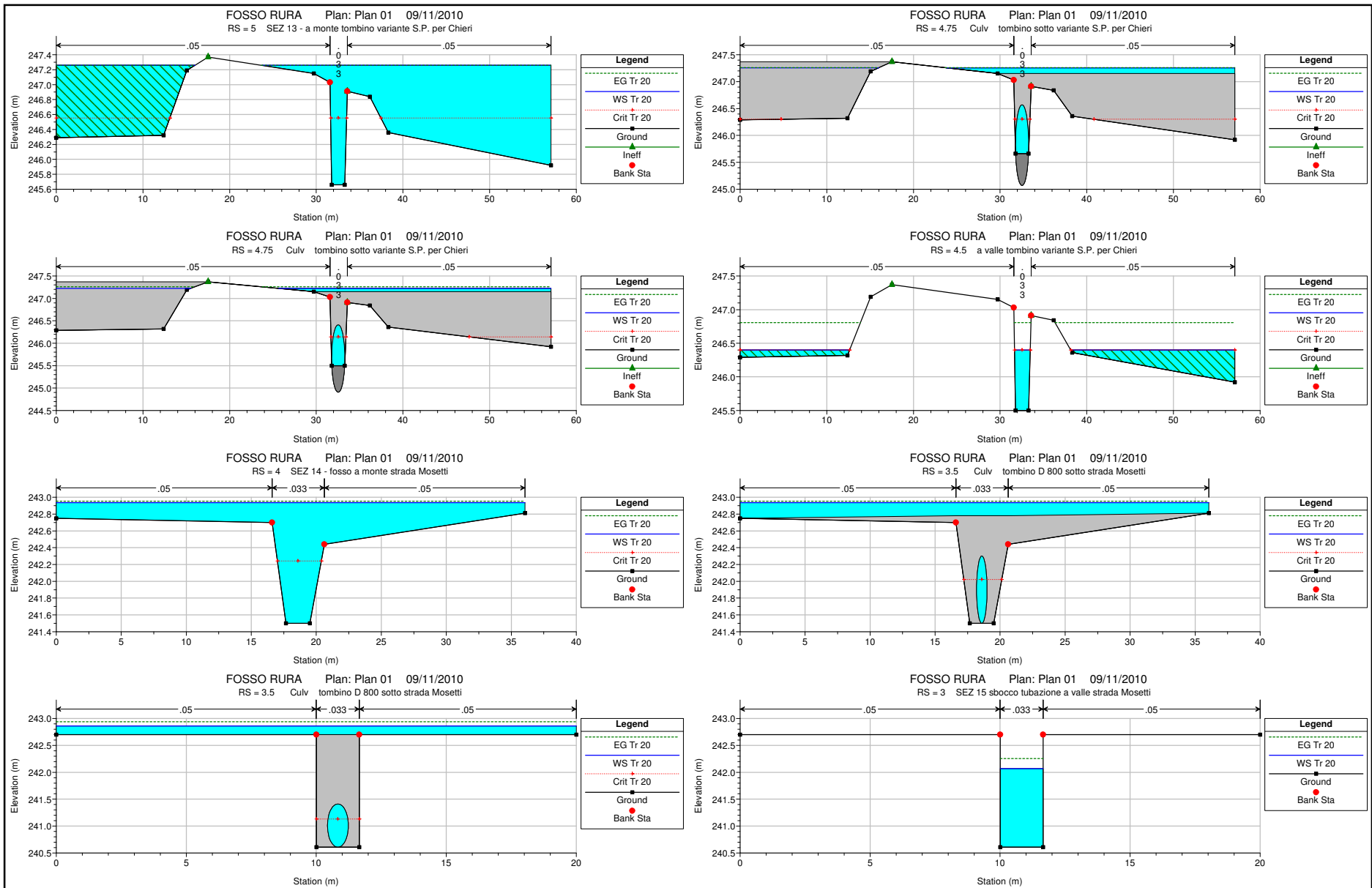


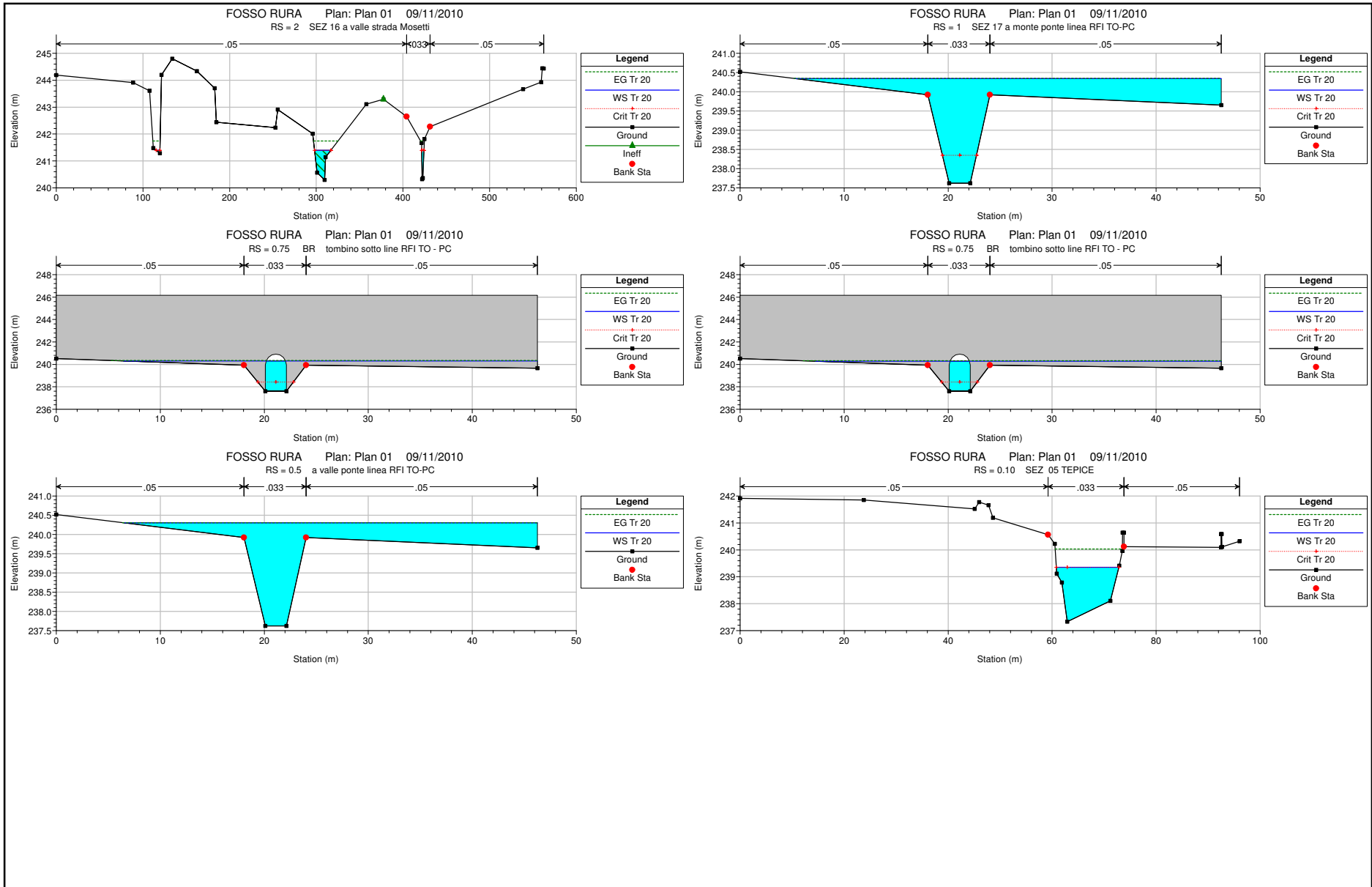


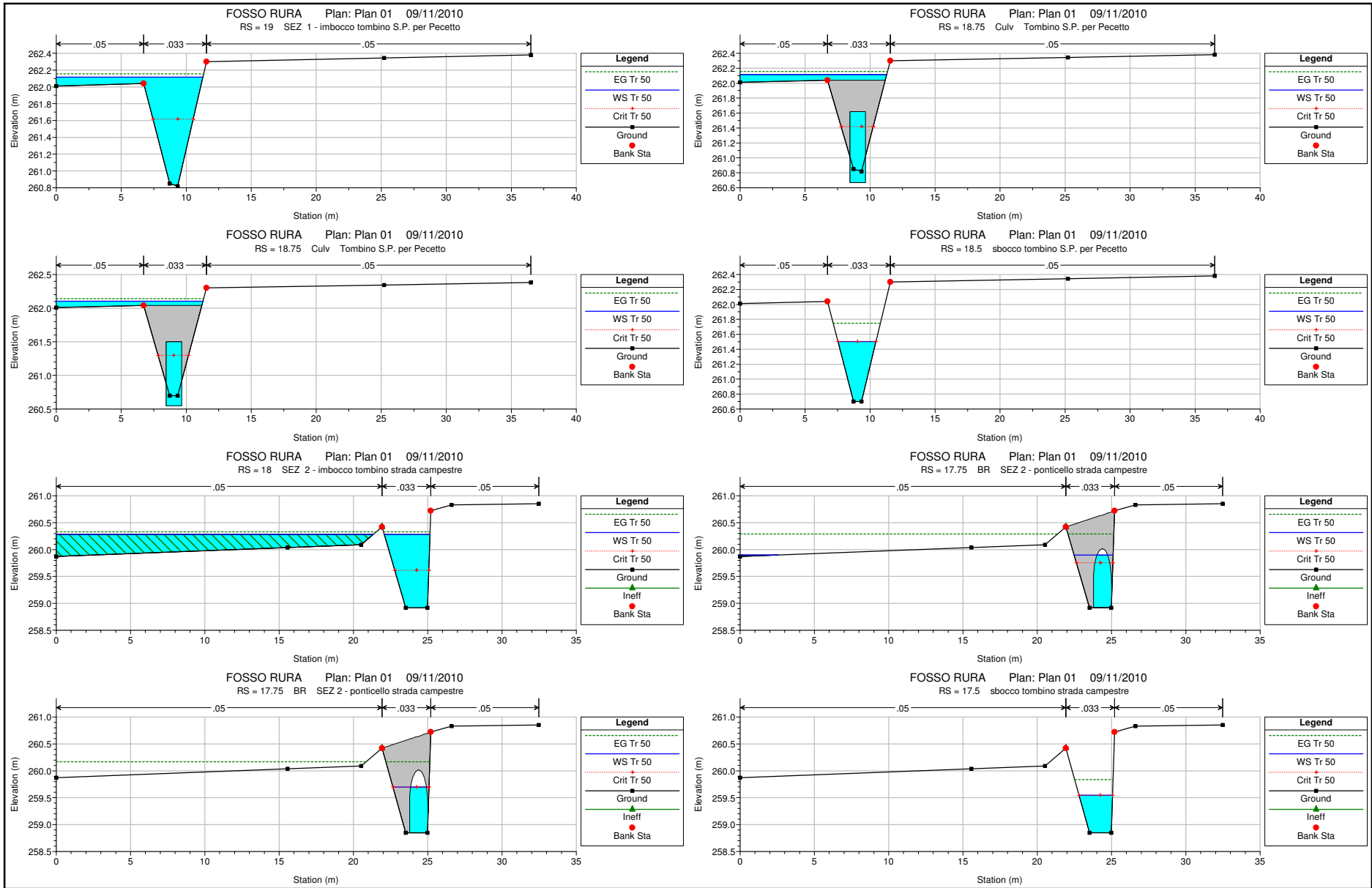


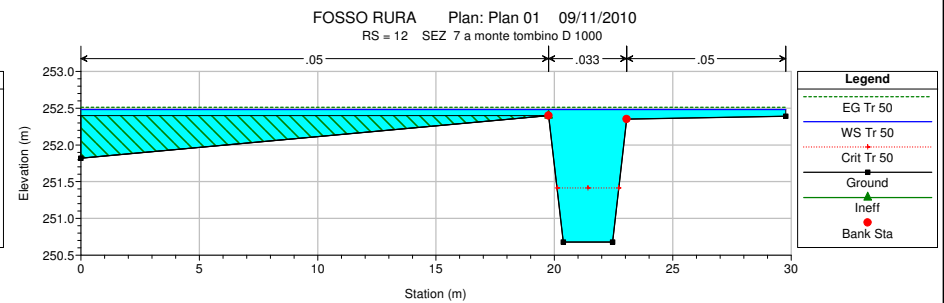
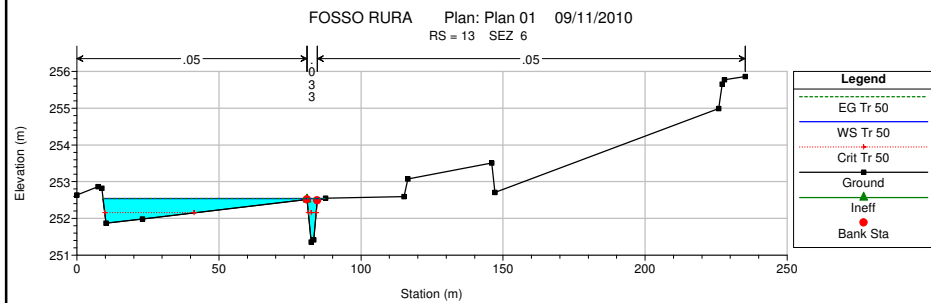
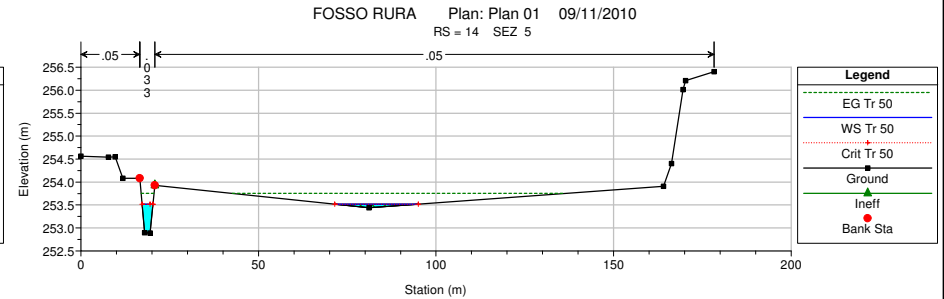
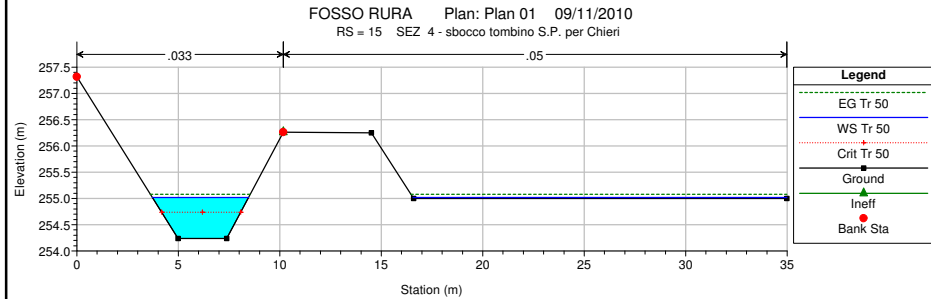
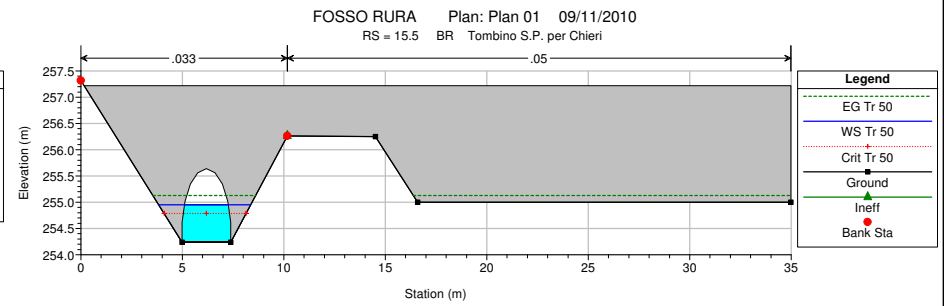
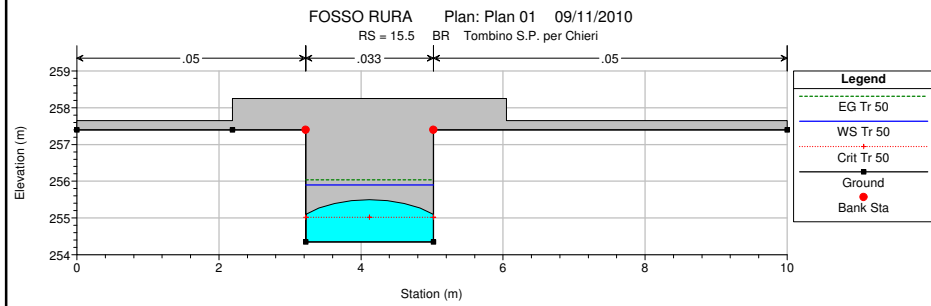
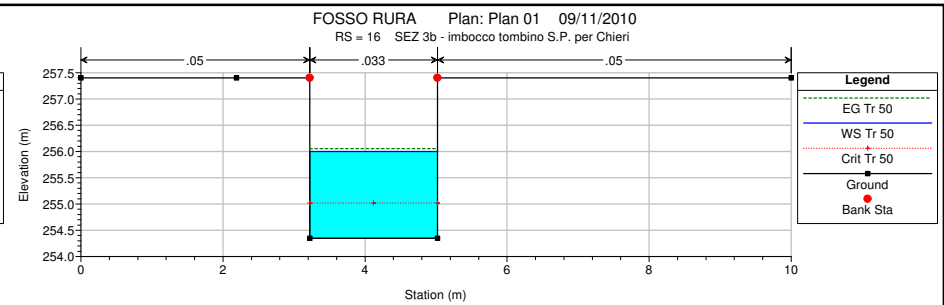
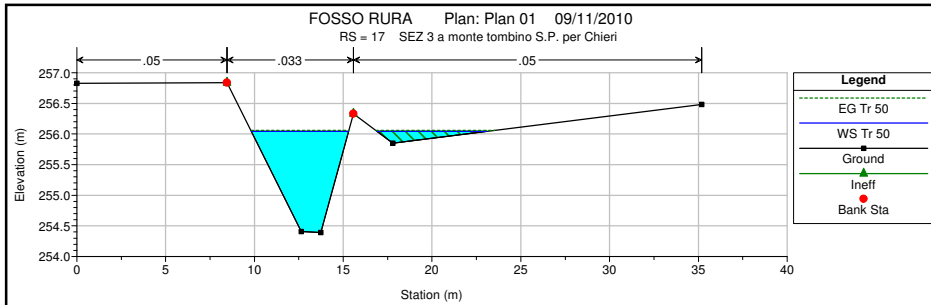


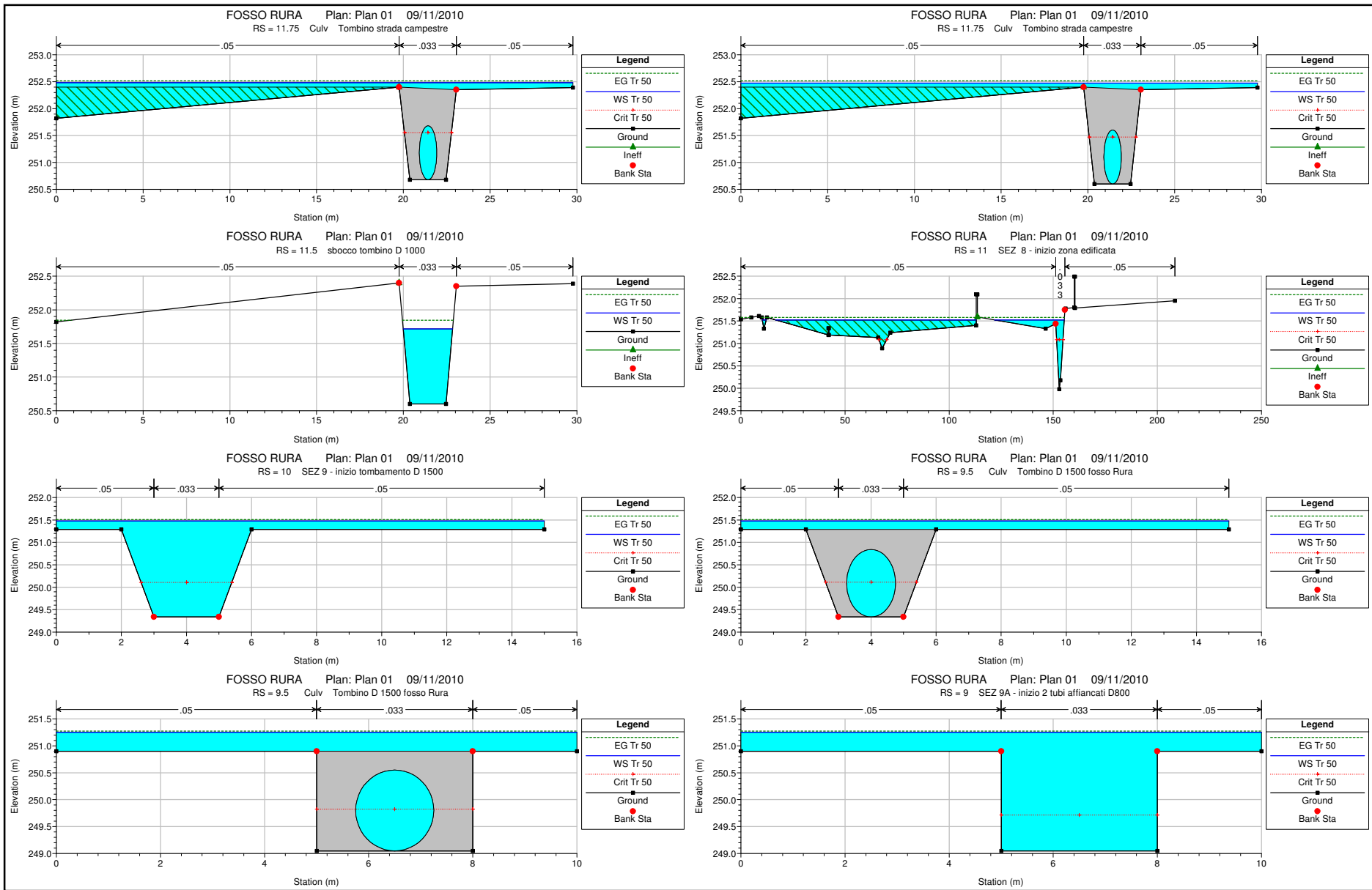


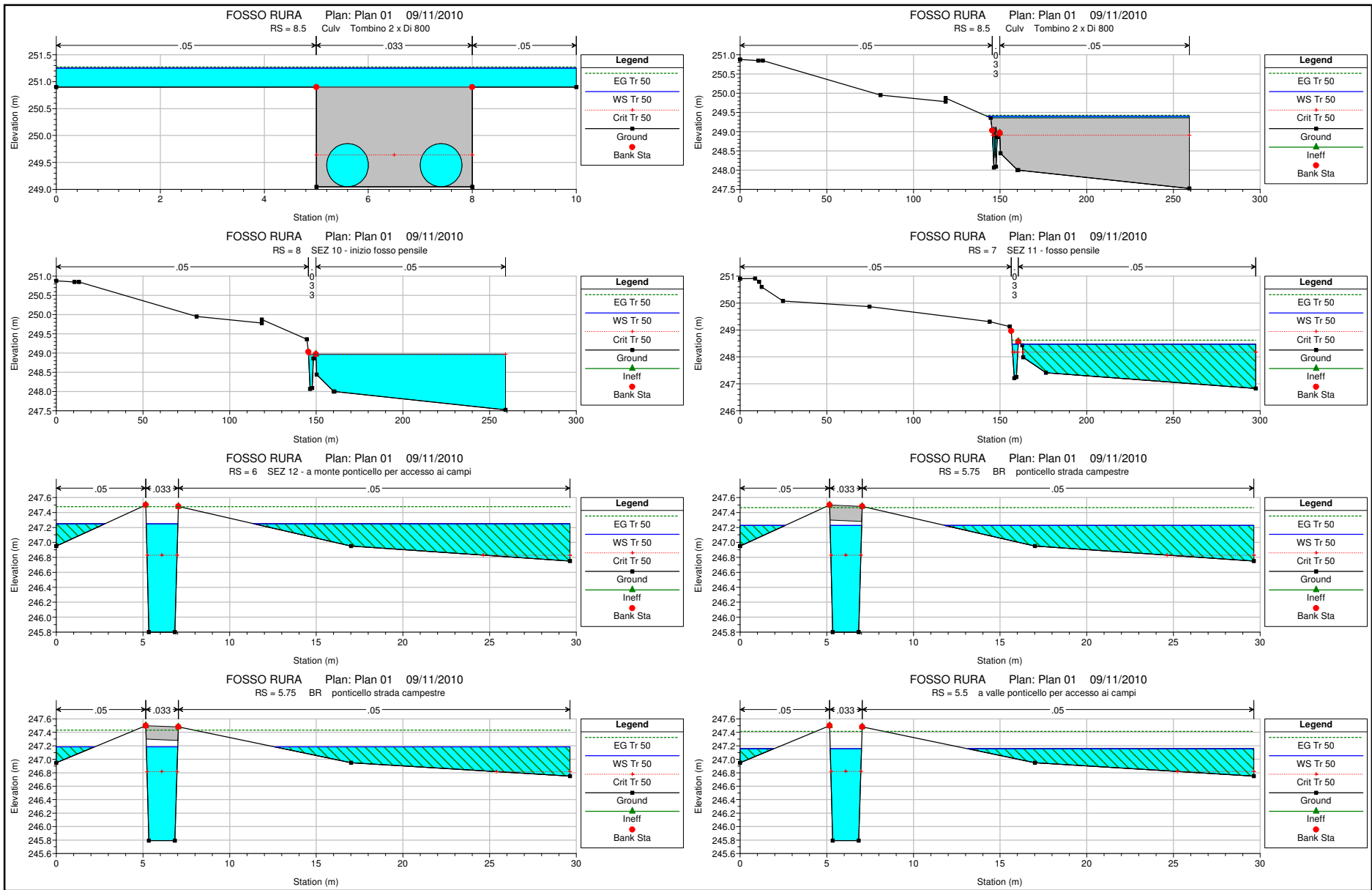


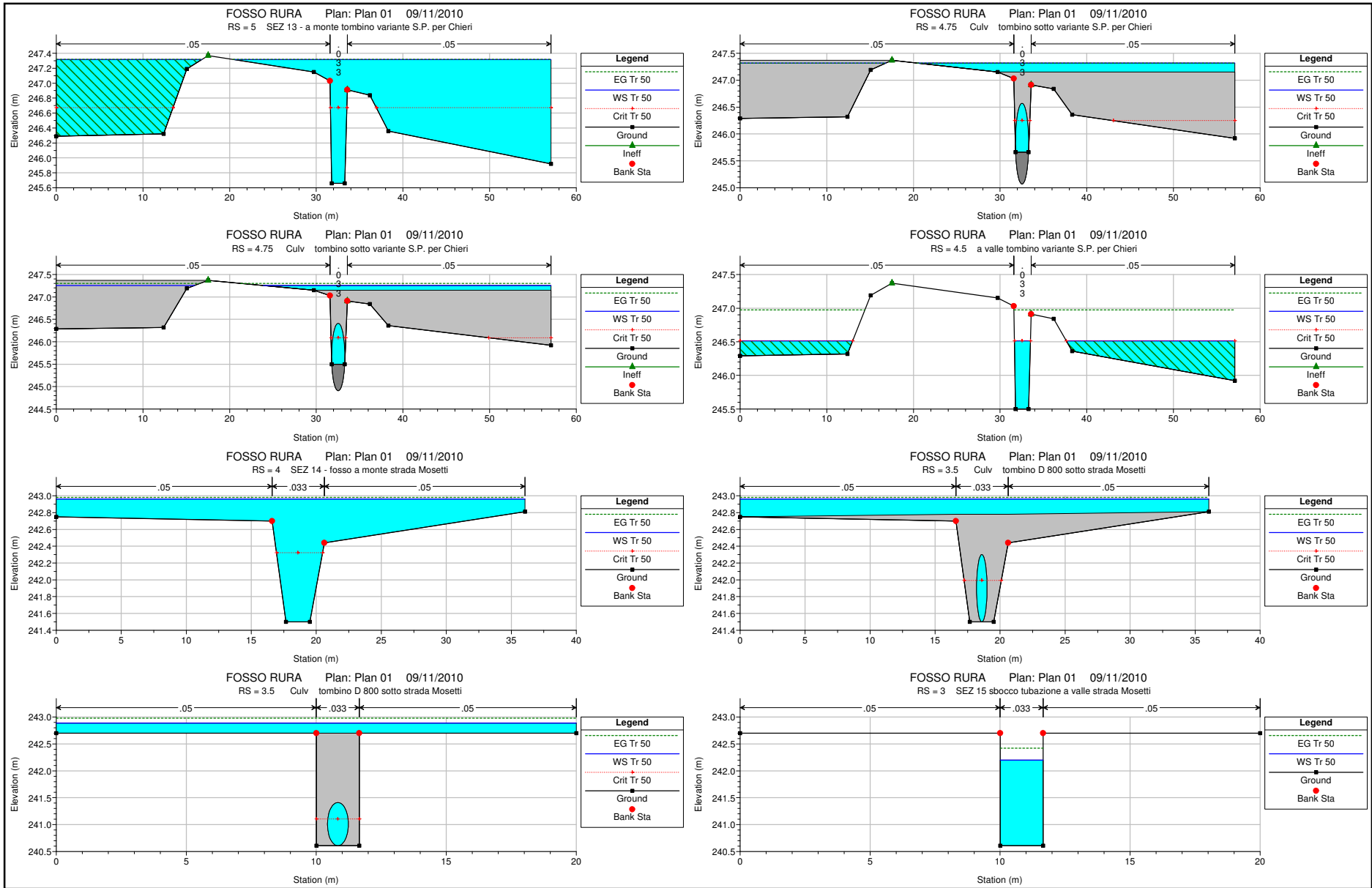


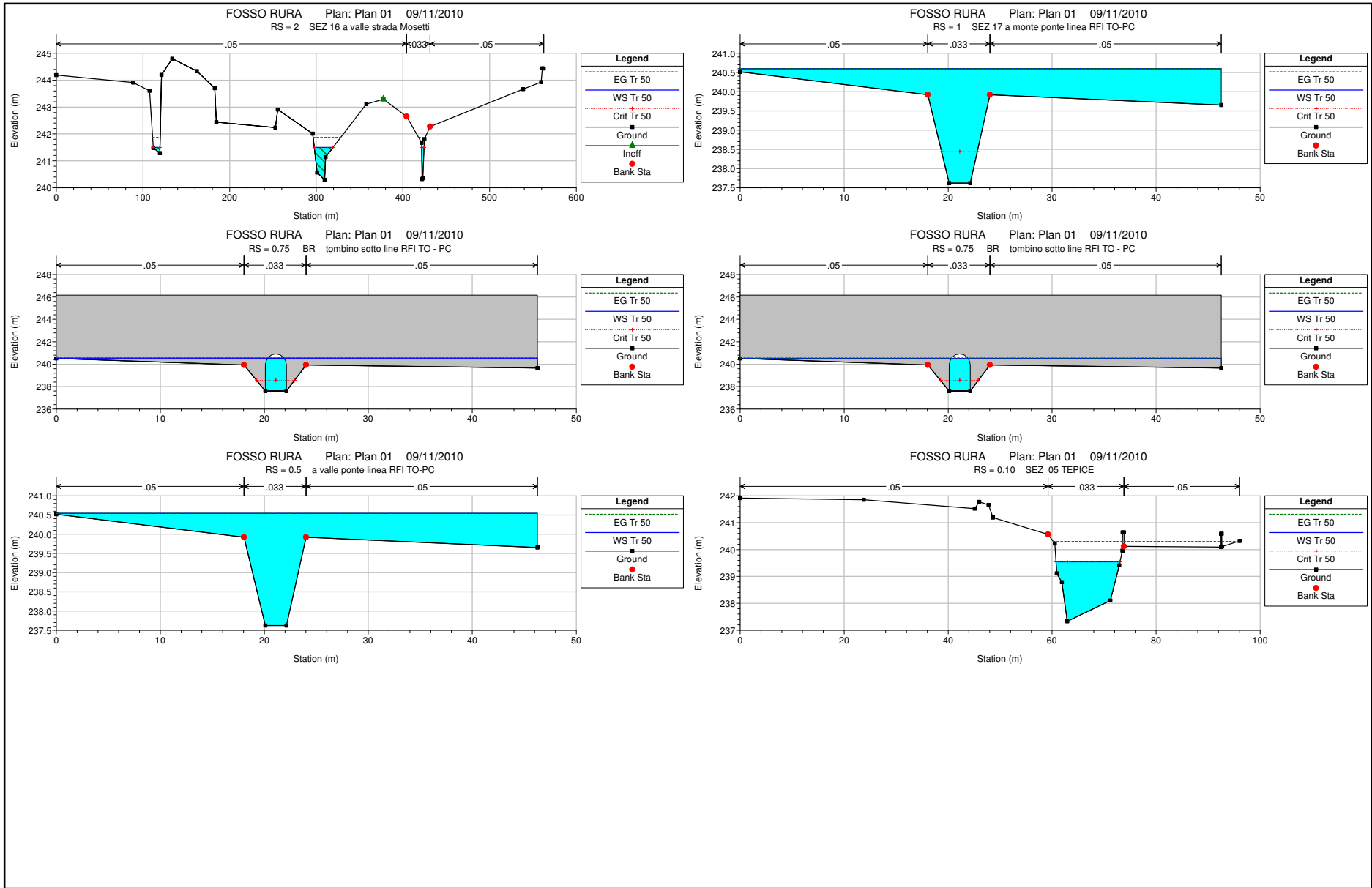


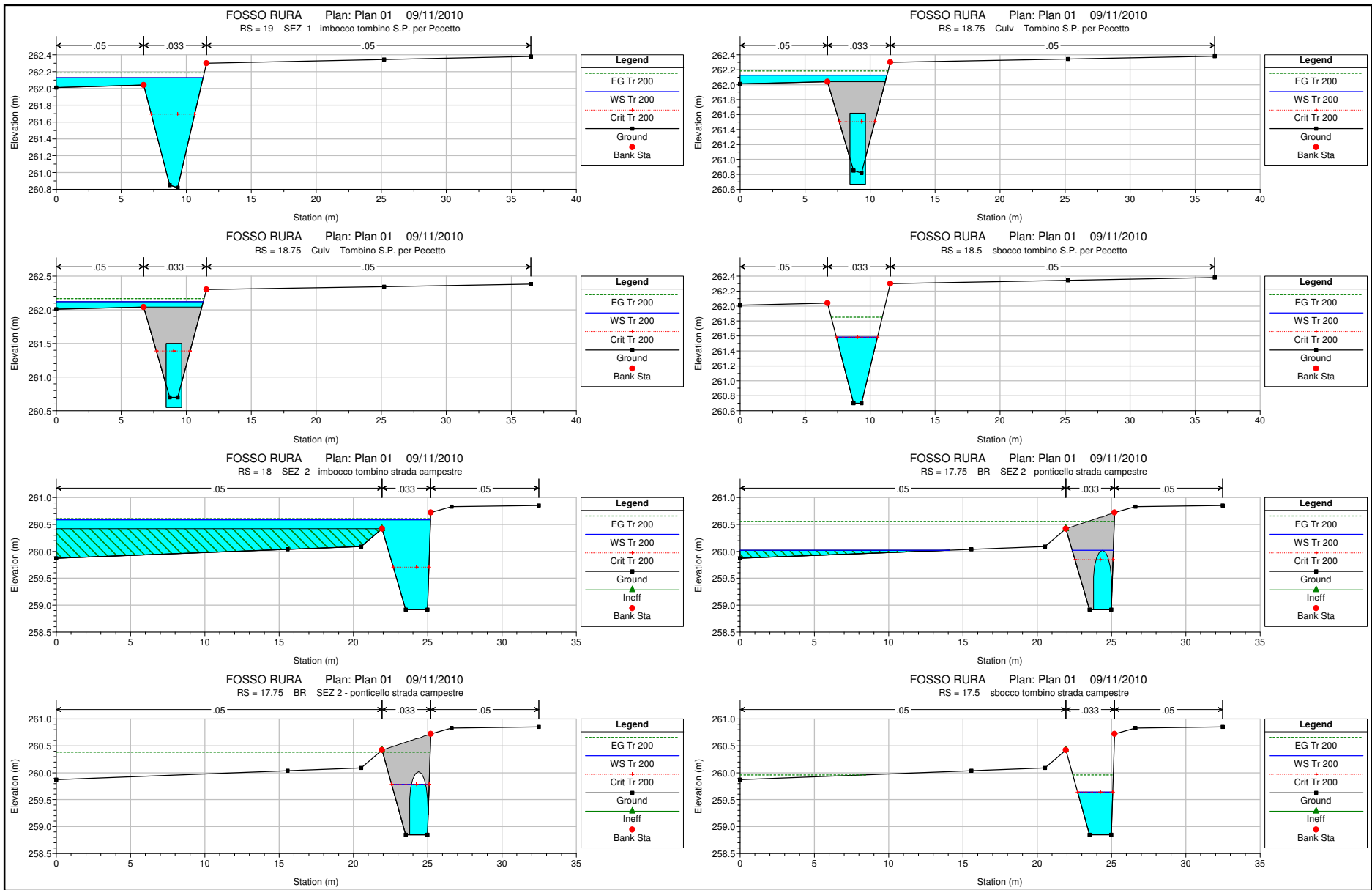


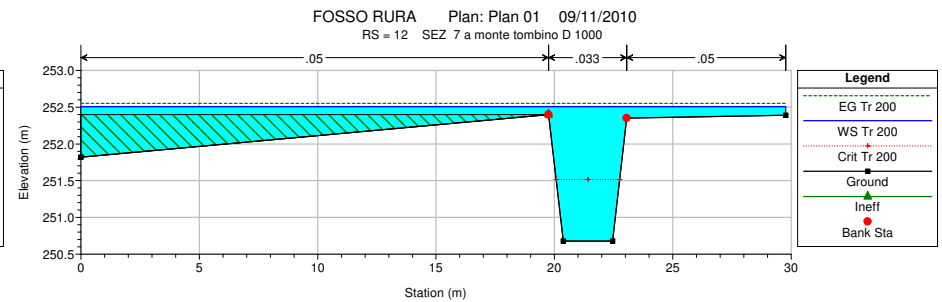
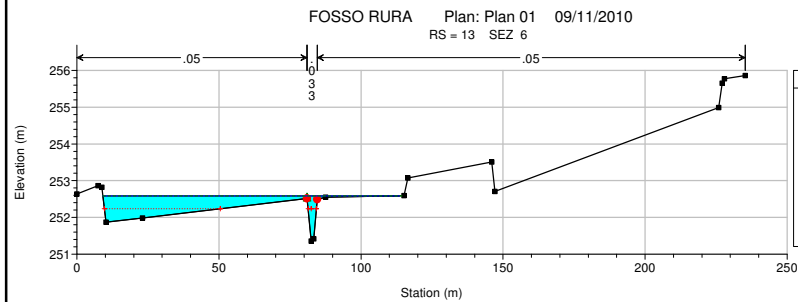
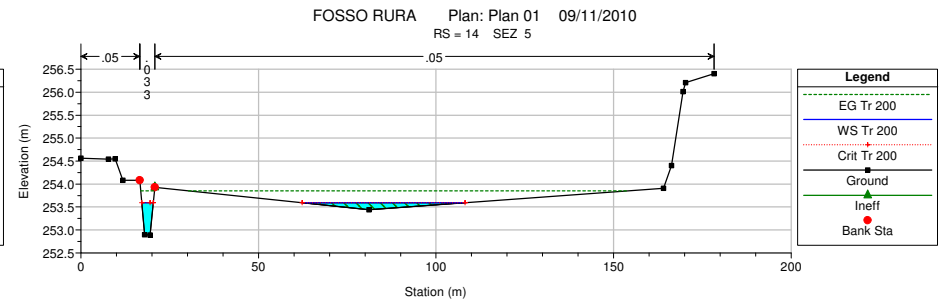
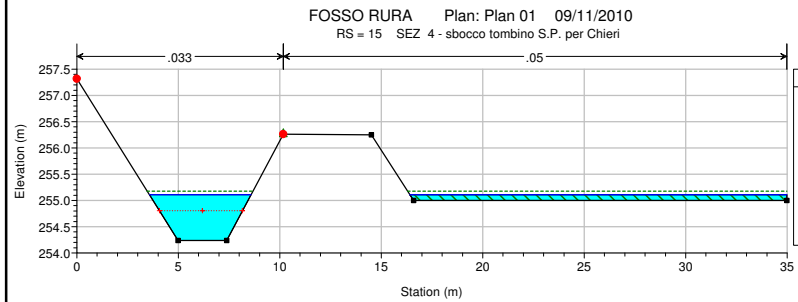
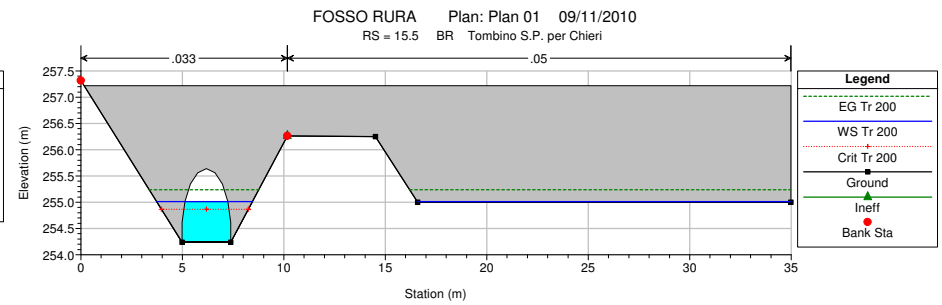
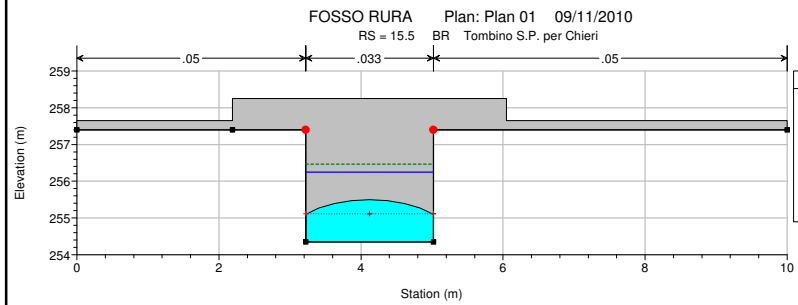
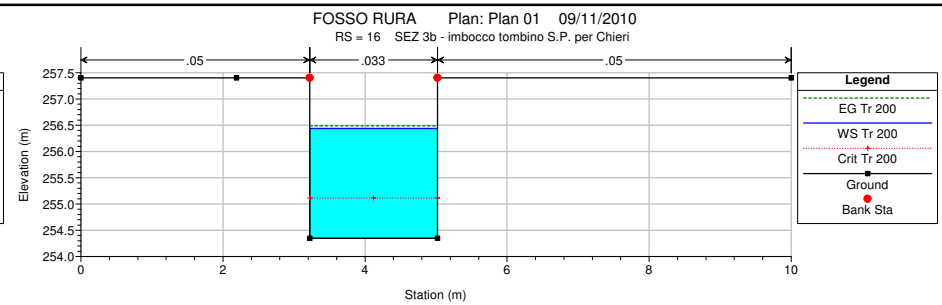
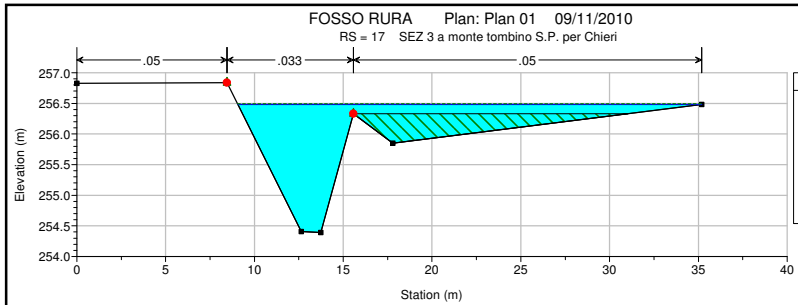


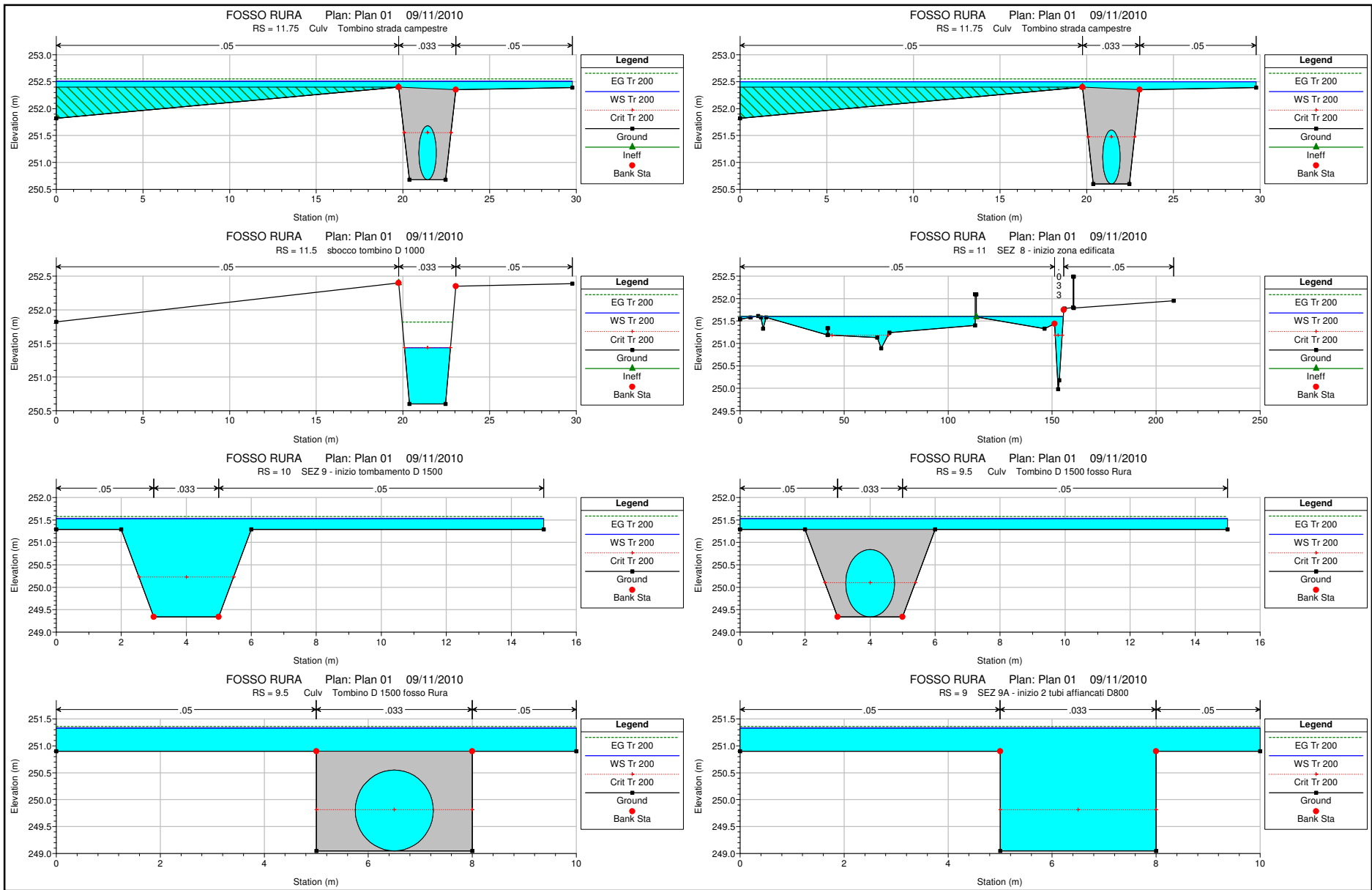


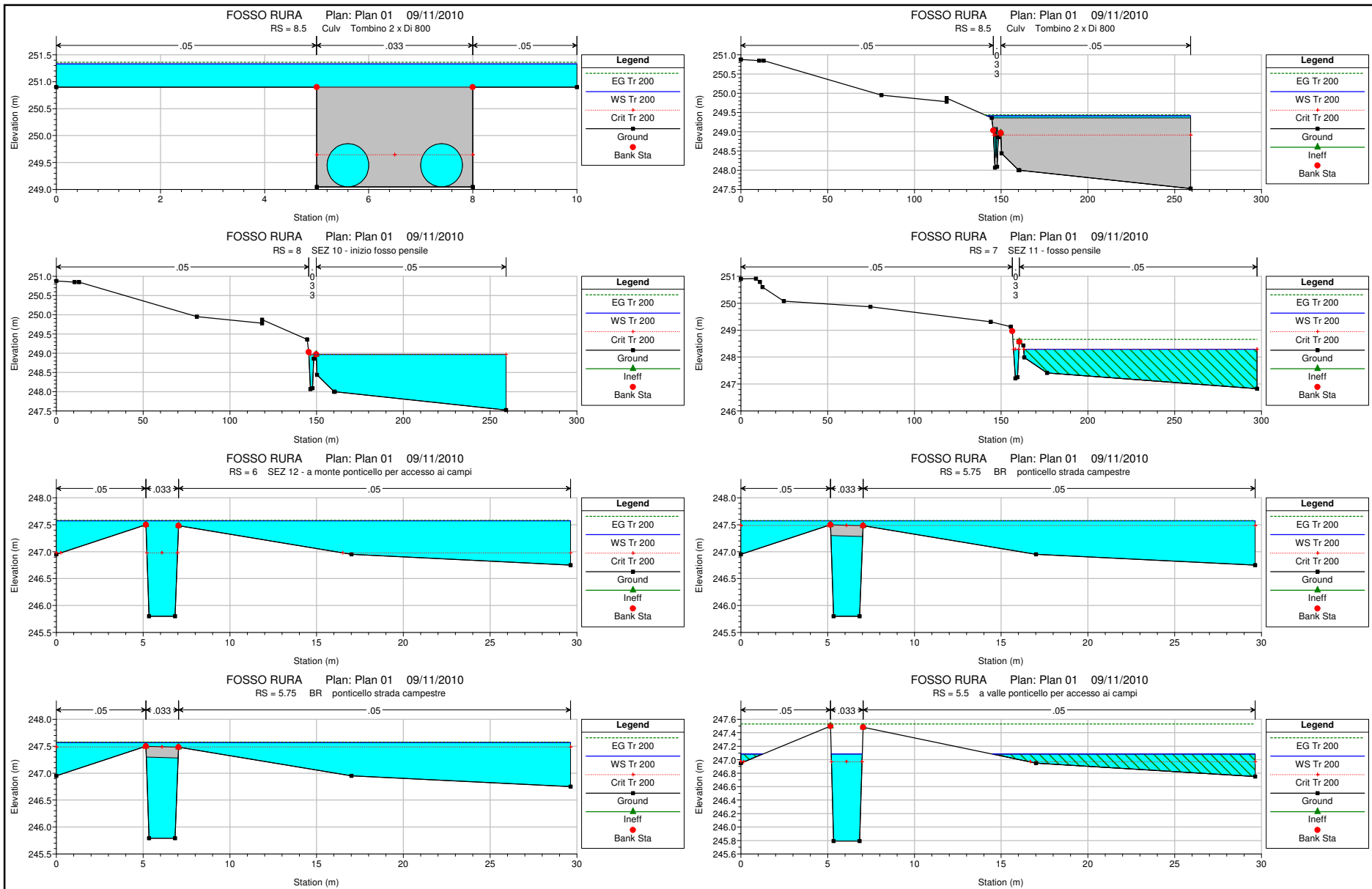


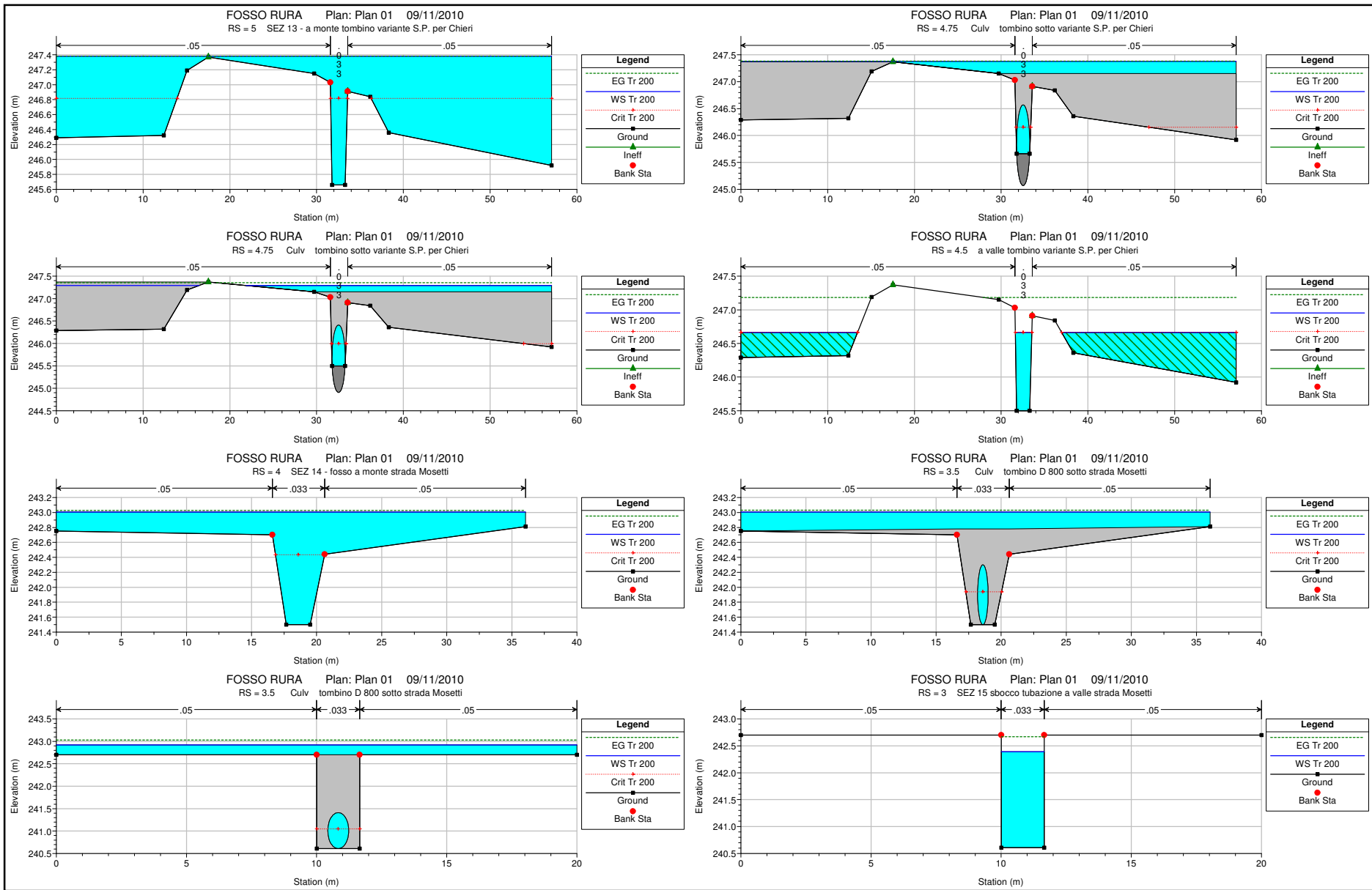


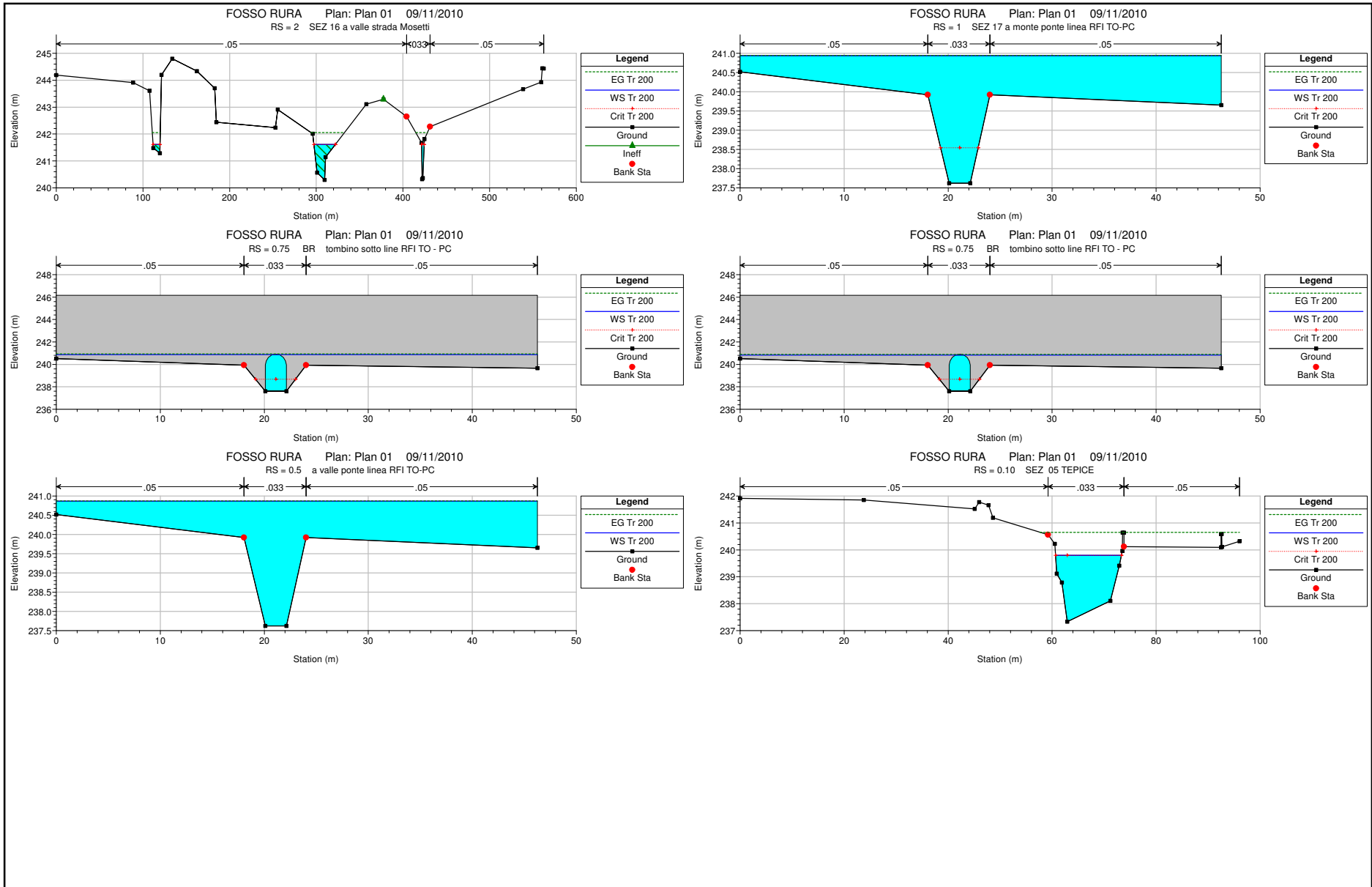


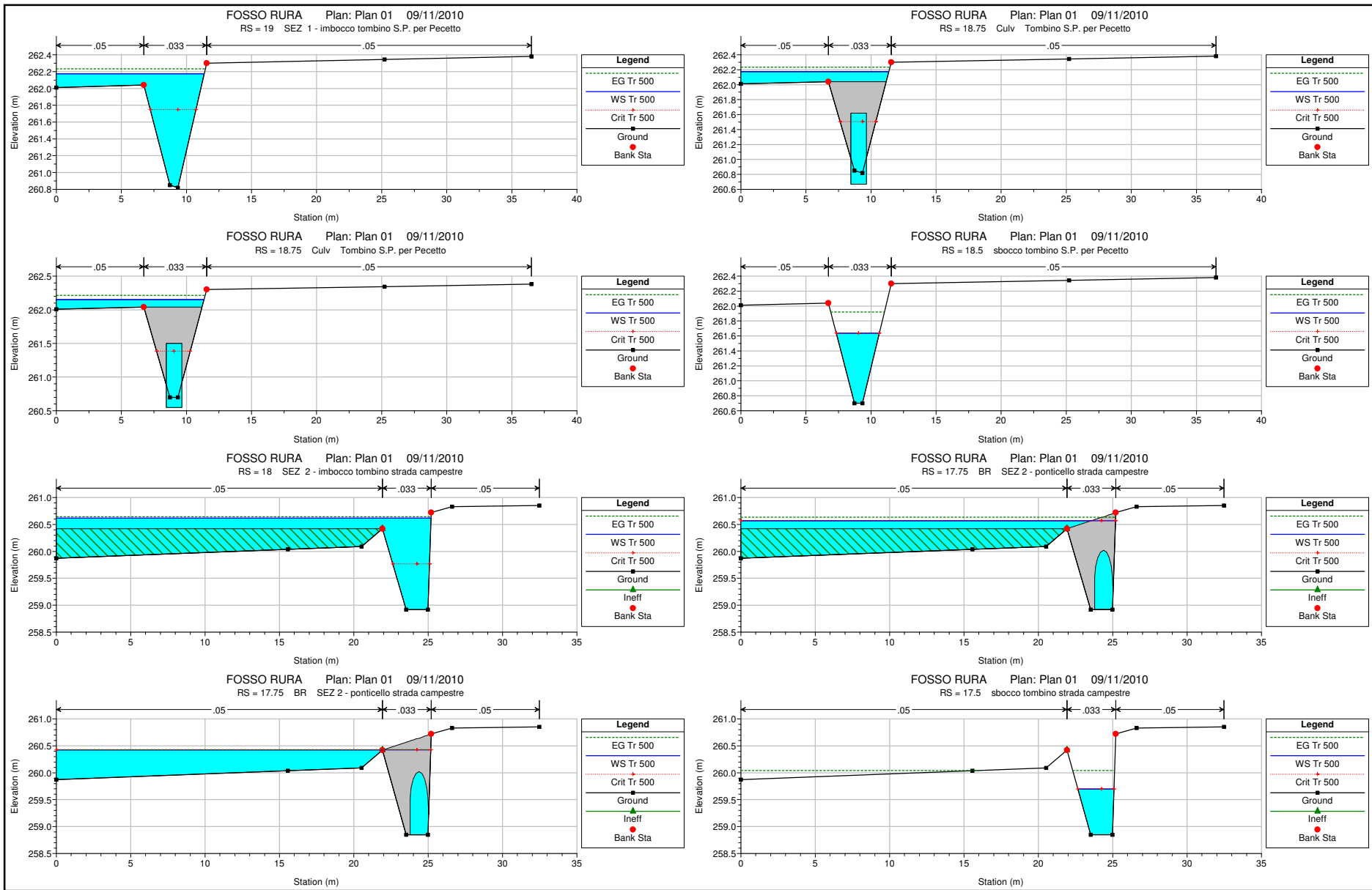


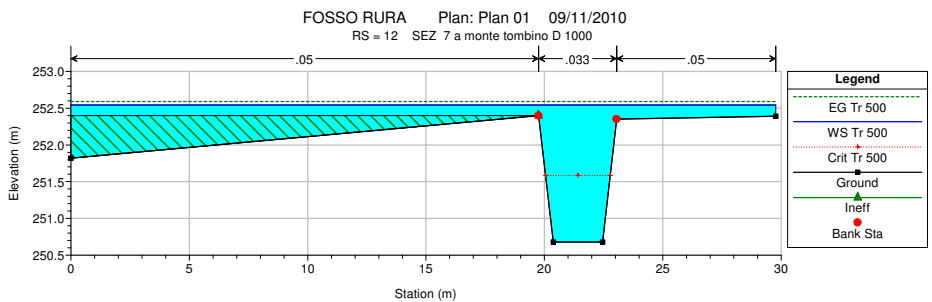
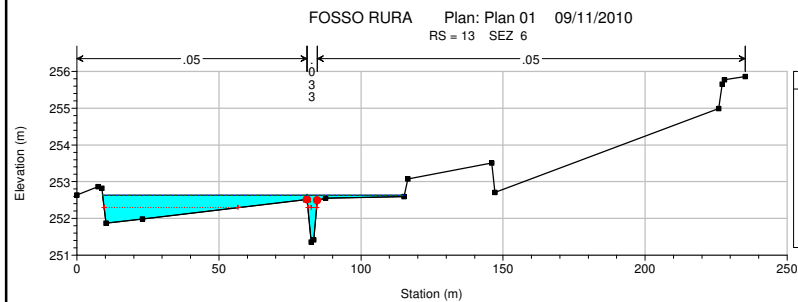
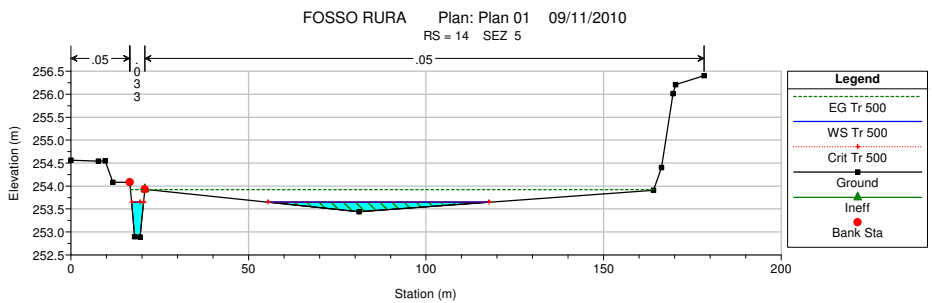
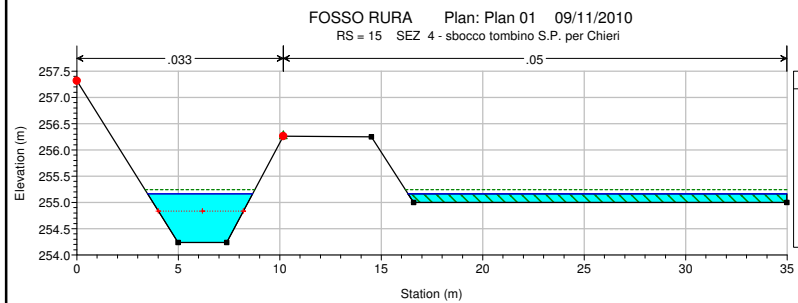
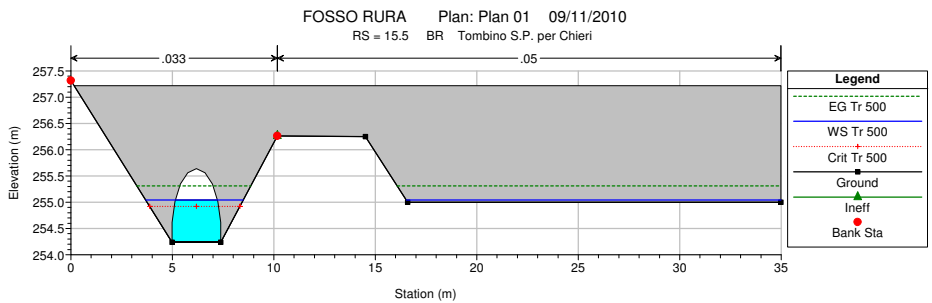
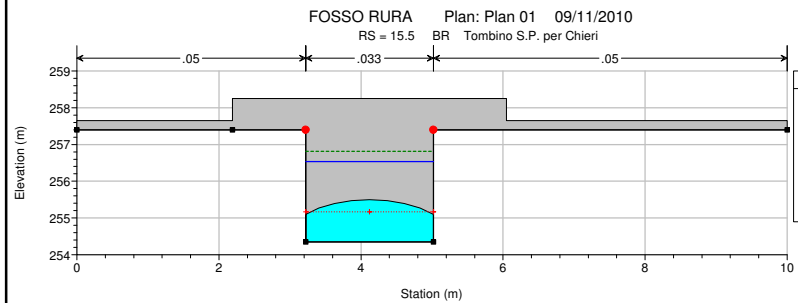
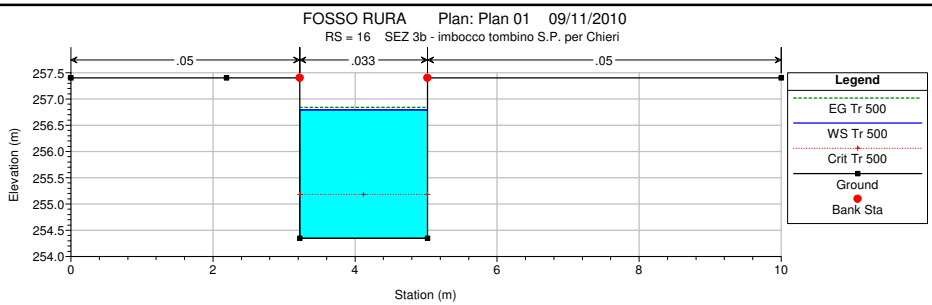
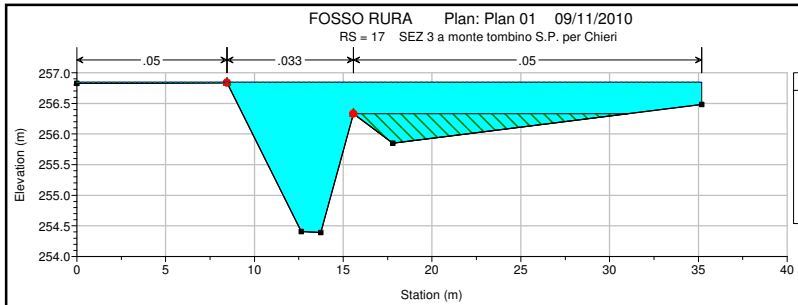


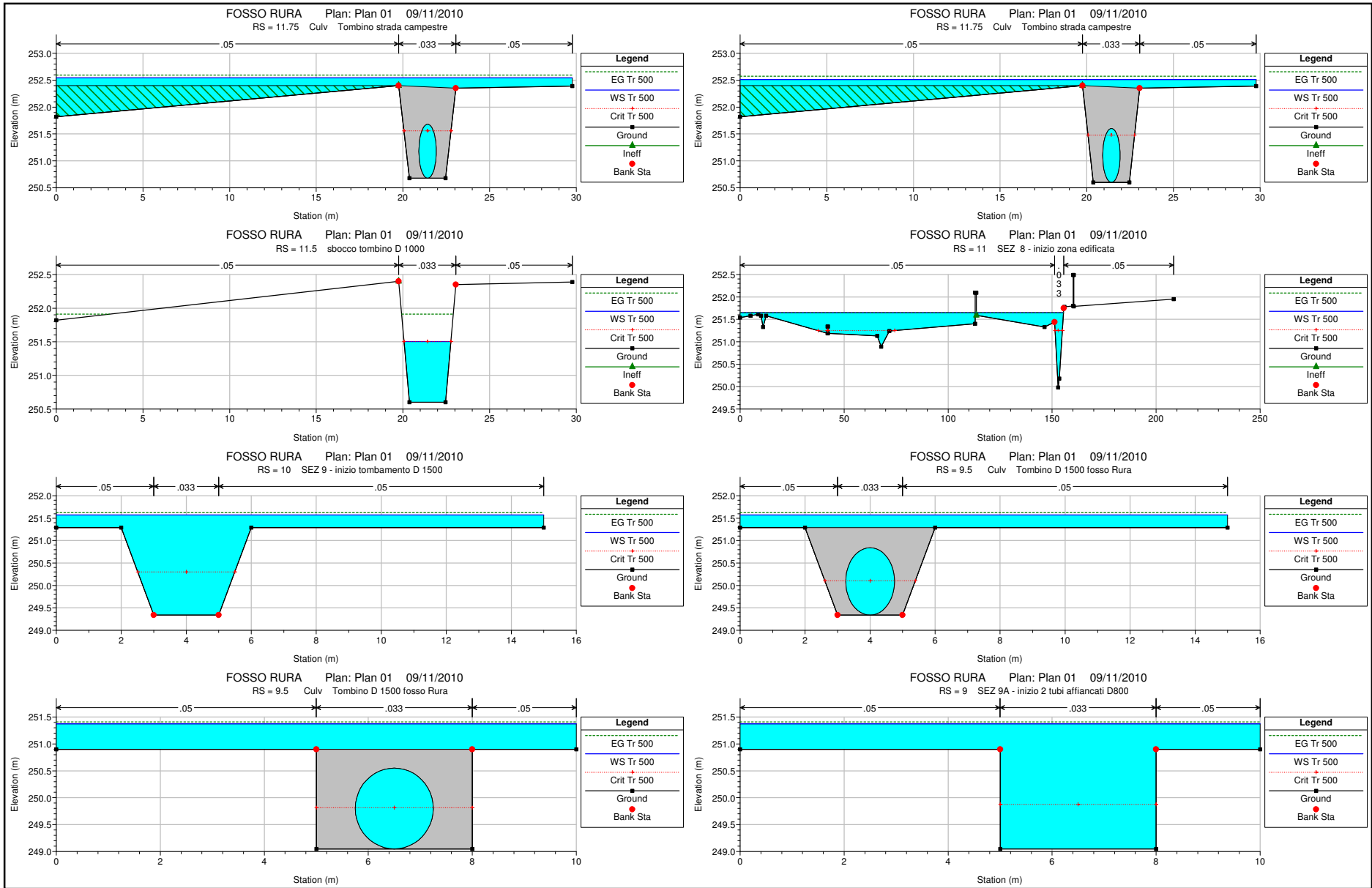


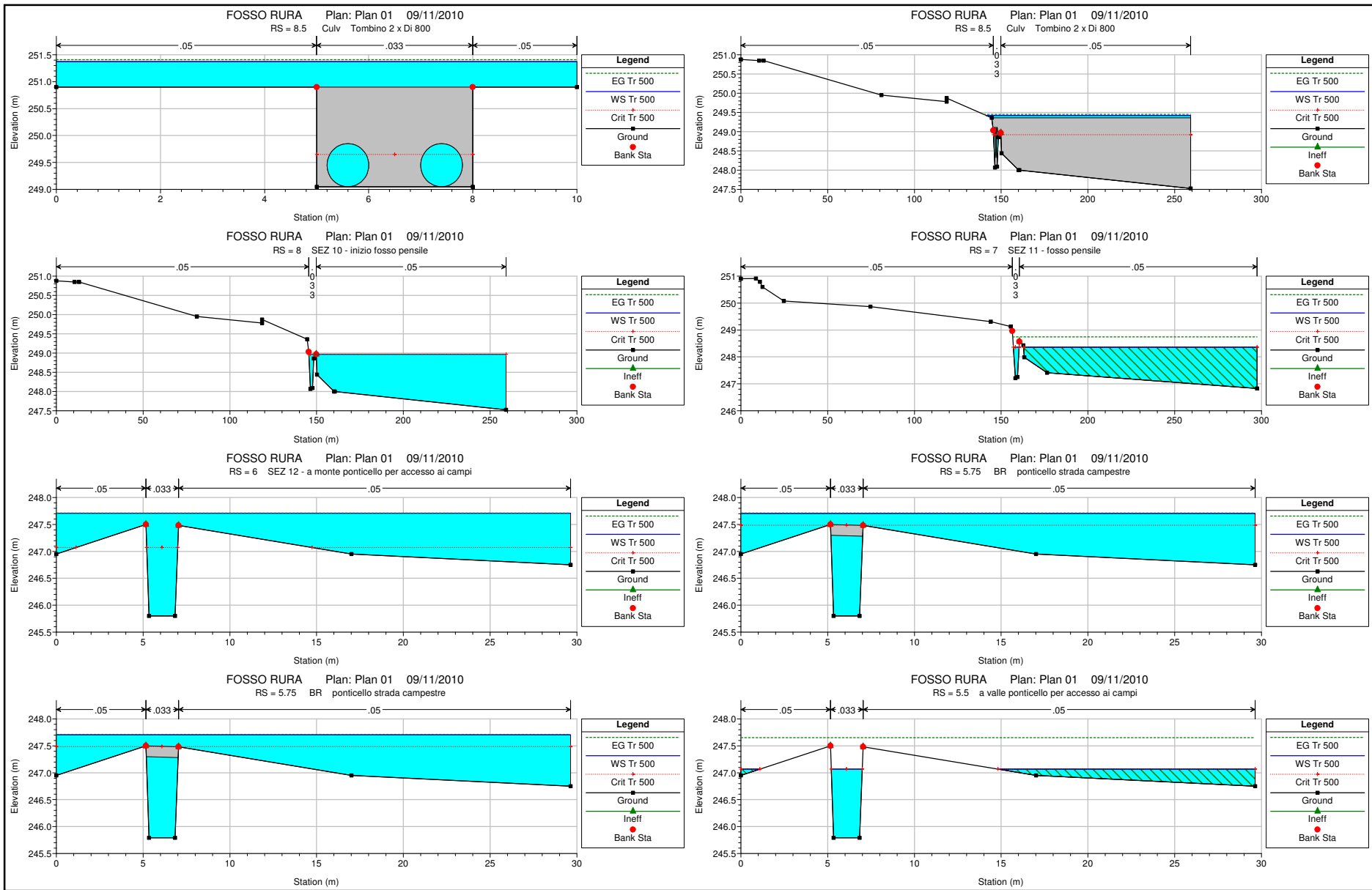


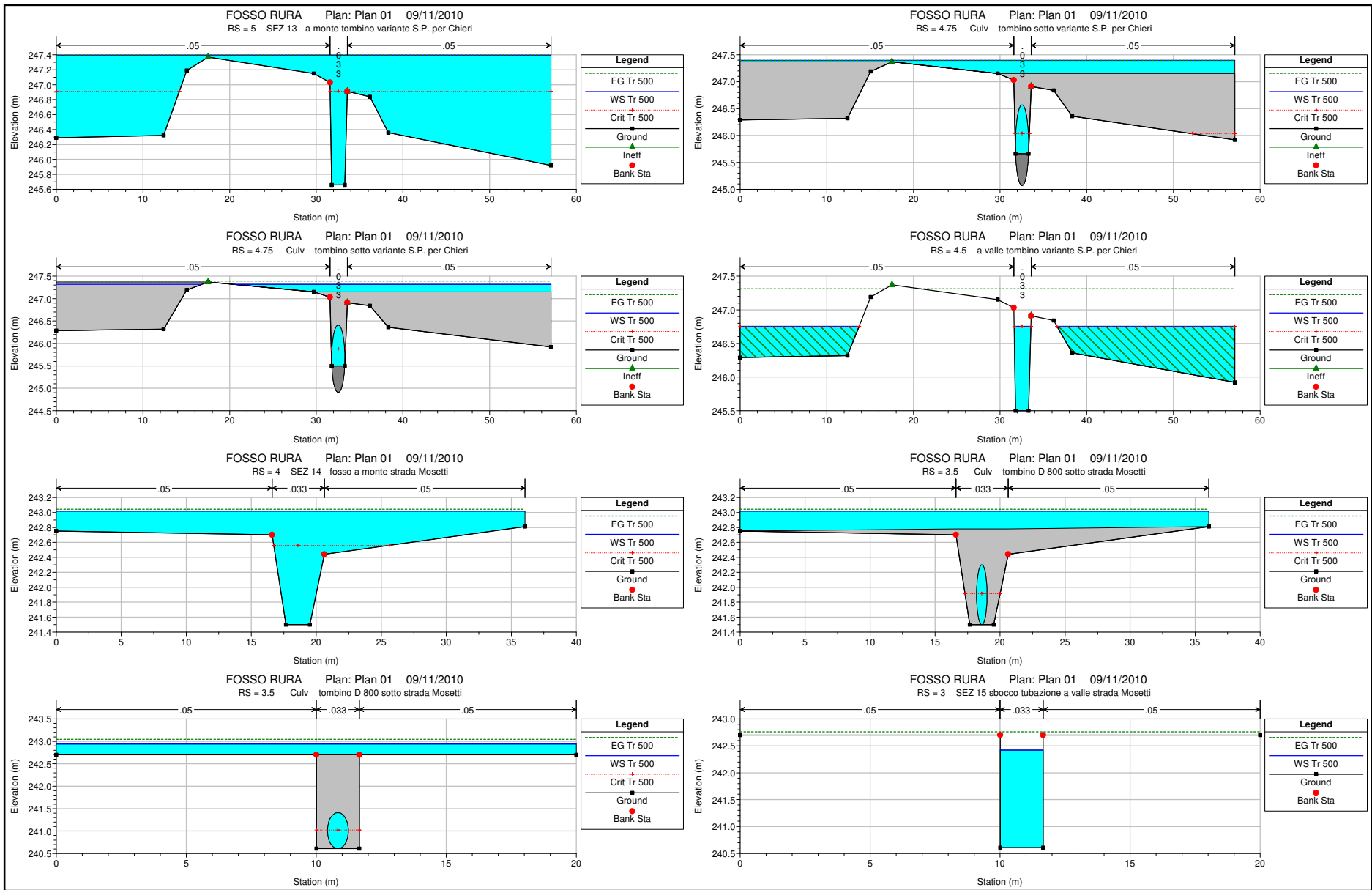


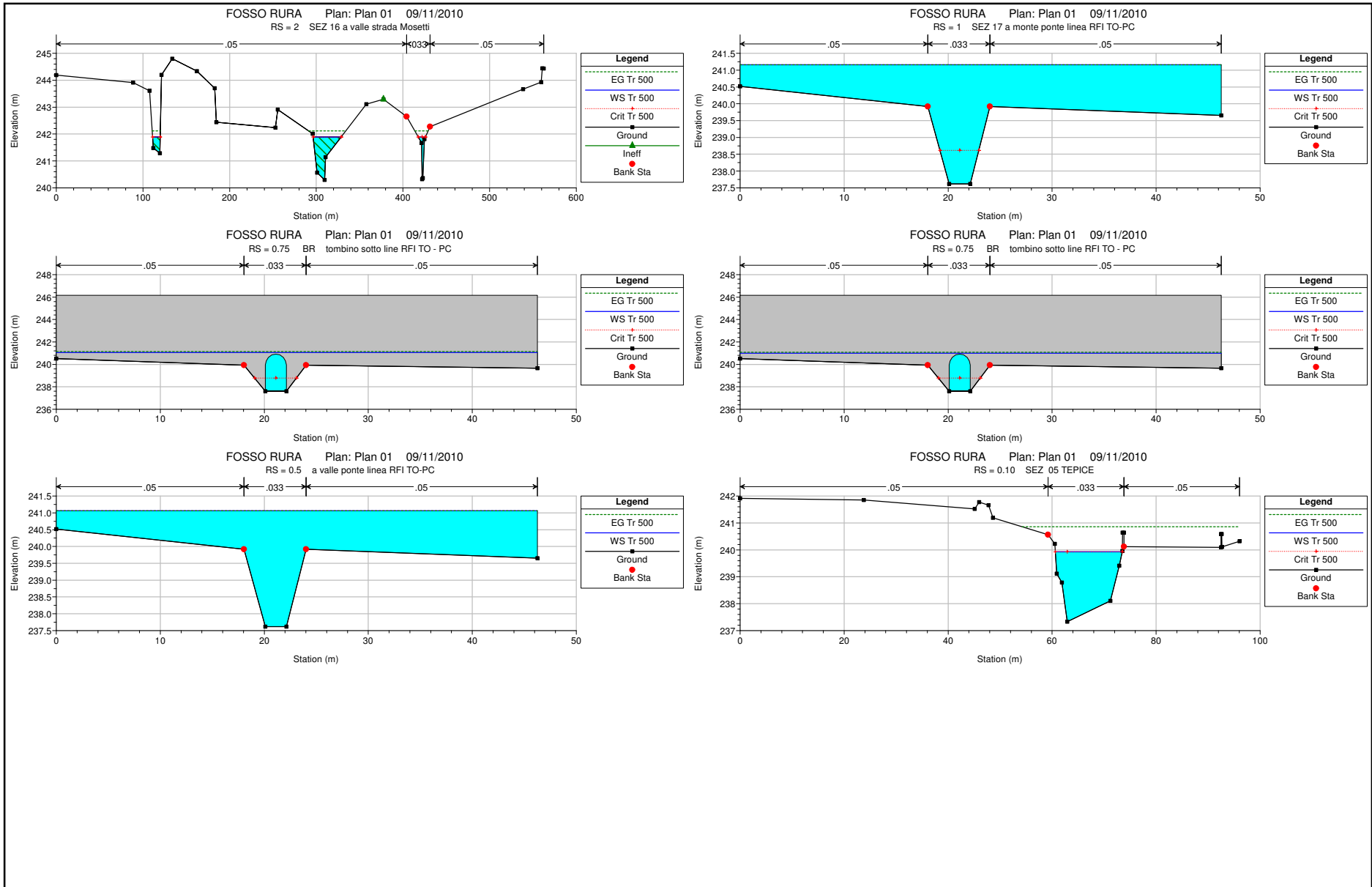












HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FOSSO RURA Reach: 01

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	19	Tr 5	1.90	260.82	261.75	261.45	261.80	0.003114	1.01	1.87	3.50	0.44
01	19	Tr 20	2.60	260.82	262.05	261.56	262.09	0.001520	0.84	3.26	11.18	0.32
01	19	Tr 50	3.10	260.82	262.11	261.62	262.15	0.001581	0.89	3.96	11.27	0.33
01	19	Tr 100	3.50	260.82	262.15	261.66	262.19	0.001700	0.95	4.34	11.32	0.35
01	19	Tr 200	3.80	260.82	262.13	261.70	262.18	0.002215	1.07	4.12	11.29	0.39
01	19	Tr 300	4.00	260.82	262.15	261.72	262.20	0.002235	1.09	4.33	11.32	0.40
01	19	Tr 500	4.30	260.82	262.17	261.75	262.23	0.002259	1.11	4.64	11.36	0.40
01	18.75		Culvert									
01	18.5	Tr 5	1.90	260.70	261.33	261.33	261.53	0.018112	1.98	0.96	2.42	1.01
01	18.5	Tr 20	2.60	260.70	261.44	261.44	261.67	0.017532	2.12	1.23	2.72	1.01
01	18.5	Tr 50	3.10	260.70	261.50	261.50	261.75	0.017186	2.20	1.41	2.91	1.01
01	18.5	Tr 100	3.50	260.70	261.55	261.55	261.81	0.016946	2.26	1.55	3.05	1.01
01	18.5	Tr 200	3.80	260.70	261.58	261.58	261.85	0.016788	2.30	1.65	3.15	1.01
01	18.5	Tr 300	4.00	260.70	261.61	261.61	261.88	0.016659	2.32	1.72	3.21	1.01
01	18.5	Tr 500	4.30	260.70	261.64	261.64	261.92	0.016501	2.35	1.83	3.30	1.01
01	18	Tr 5	1.90	258.92	259.84	259.43	259.90	0.002868	1.02	1.86	2.56	0.38
01	18	Tr 20	2.60	258.92	260.10	259.54	260.15	0.002296	1.02	2.56	23.43	0.34
01	18	Tr 50	3.10	258.92	260.28	259.62	260.33	0.001978	1.00	3.09	24.41	0.32
01	18	Tr 100	3.50	258.92	260.43	259.67	260.48	0.001693	0.97	3.87	25.17	0.30
01	18	Tr 200	3.80	258.92	260.58	259.70	260.61	0.000937	0.77	7.67	25.19	0.22
01	18	Tr 300	4.00	258.92	260.66	259.73	260.68	0.000696	0.69	9.54	25.20	0.19
01	18	Tr 500	4.30	258.92	260.61	259.77	260.64	0.001016	0.82	8.44	25.20	0.23
01	17.75		Bridge									
01	17.5	Tr 5	1.90	258.85	259.37	259.37	259.59	0.020560	2.09	0.91	2.05	1.00
01	17.5	Tr 20	2.60	258.85	259.48	259.48	259.74	0.020120	2.27	1.15	2.18	1.00
01	17.5	Tr 50	3.10	258.85	259.55	259.55	259.84	0.020271	2.39	1.30	2.26	1.00
01	17.5	Tr 100	3.50	258.85	259.60	259.60	259.91	0.020158	2.46	1.42	2.32	1.00
01	17.5	Tr 200	3.80	258.85	259.64	259.64	259.96	0.019942	2.50	1.52	2.36	1.00
01	17.5	Tr 300	4.00	258.85	259.67	259.67	259.99	0.019883	2.54	1.58	2.39	1.00
01	17.5	Tr 500	4.30	258.85	259.70	259.70	260.04	0.020128	2.60	1.66	2.43	1.00
01	17	Tr 5	1.90	254.39	255.32		255.36	0.002113	0.89	2.14	3.55	0.37
01	17	Tr 20	2.60	254.39	255.76		255.78	0.000757	0.66	3.96	4.72	0.23
01	17	Tr 50	3.10	254.39	256.04		256.06	0.000476	0.58	5.38	11.63	0.19
01	17	Tr 100	3.50	254.39	256.29		256.30	0.000323	0.51	6.82	20.28	0.16
01	17	Tr 200	3.80	254.39	256.49		256.49	0.000210	0.45	10.79	26.12	0.13
01	17	Tr 300	4.00	254.39	256.62		256.63	0.000142	0.38	14.45	26.36	0.11
01	17	Tr 500	4.30	254.39	256.84		256.85	0.000079	0.31	20.21	35.19	0.08
01	16	Tr 5	1.90	254.35	255.29	254.83	255.36	0.003843	1.12	1.70	1.80	0.37
01	16	Tr 20	2.60	254.35	255.72	254.95	255.78	0.002713	1.05	2.47	1.80	0.29
01	16	Tr 50	3.10	254.35	256.00	255.02	256.05	0.002448	1.05	2.97	1.80	0.26
01	16	Tr 100	3.50	254.35	256.24	255.08	256.30	0.002218	1.03	3.41	1.80	0.24
01	16	Tr 200	3.80	254.35	256.44	255.12	256.49	0.002066	1.01	3.76	1.80	0.22
01	16	Tr 300	4.00	254.35	256.58	255.14	256.63	0.001965	1.00	4.01	1.80	0.21
01	16	Tr 500	4.30	254.35	256.79	255.18	256.84	0.001823	0.98	4.40	1.80	0.20
01	15.5		Bridge									
01	15	Tr 5	1.90	254.24	254.84	254.61	254.88	0.003116	0.97	1.97	4.19	0.45
01	15	Tr 20	2.60	254.24	254.93	254.69	254.99	0.003470	1.10	2.36	4.47	0.48
01	15	Tr 50	3.10	254.24	255.02	254.74	255.08	0.003138	1.12	2.78	23.17	0.47
01	15	Tr 100	3.50	254.24	255.07	254.78	255.14	0.003142	1.16	3.03	23.41	0.47
01	15	Tr 200	3.80	254.24	255.11	254.80	255.18	0.003136	1.18	3.22	23.59	0.47
01	15	Tr 300	4.00	254.24	255.13	254.82	255.20	0.003155	1.20	3.33	23.69	0.47
01	15	Tr 500	4.30	254.24	255.16	254.84	255.24	0.003167	1.23	3.50	23.85	0.48
01	14	Tr 5	1.90	252.89	253.37	253.37	253.55	0.017089	1.89	1.00	2.70	0.99
01	14	Tr 20	2.60	252.89	253.50	253.46	253.68	0.012900	1.87	1.39	20.92	0.88
01	14	Tr 50	3.10	252.89	253.52	253.52	253.75	0.016388	2.14	1.45	26.61	1.00
01	14	Tr 100	3.50	252.89	253.56	253.56	253.81	0.016216	2.21	1.58	40.00	1.00
01	14	Tr 200	3.80	252.89	253.59	253.59	253.85	0.016223	2.26	1.68	49.12	1.00
01	14	Tr 300	4.00	252.89	253.62	253.62	253.88	0.015911	2.28	1.76	56.14	1.00
01	14	Tr 500	4.30	252.89	253.65	253.65	253.92	0.015693	2.31	1.86	65.56	0.99
01	13	Tr 5	1.90	251.36	252.47	251.98	252.50	0.001552	0.81	2.36	69.75	0.31
01	13	Tr 20	2.60	251.36	252.51	252.09	252.57	0.002425	1.03	2.53	75.88	0.39
01	13	Tr 50	3.10	251.36	252.54	252.16	252.55	0.000103	0.22	27.82	78.15	0.08
01	13	Tr 100	3.50	251.36	252.58	252.20	252.58	0.000099	0.22	30.81	98.62	0.08
01	13	Tr 200	3.80	251.36	252.59	252.24	252.59	0.000108	0.23	31.69	104.60	0.08
01	13	Tr 300	4.00	251.36	252.61	252.26	252.61	0.000102	0.23	33.80	106.13	0.08
01	13	Tr 500	4.30	251.36	252.63	252.30	252.63	0.000102	0.23	35.80	106.21	0.08
01	12	Tr 5	2.60	250.68	252.41	251.20	252.43	0.000427	0.55	5.23	29.77	0.15
01	12	Tr 20	3.70	250.68	252.46	251.34	252.49	0.000716	0.73	6.69	29.77	0.19
01	12	Tr 50	4.40	250.68	252.48	251.41	252.51	0.000934	0.84	7.23	29.77	0.22
01	12	Tr 100	4.90	250.68	252.51	251.47	252.55	0.000998	0.88	8.20	29.77	0.23
01	12	Tr 200	5.40	250.68	252.51	251.52	252.55	0.001240	0.98	8.05	29.77	0.25

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FOSSO RURA Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	12	Tr 300	5.70	250.68	252.53	251.54	252.57	0.001253	0.99	8.67	29.77	0.26
01	12	Tr 500	6.10	250.68	252.54	251.58	252.59	0.001332	1.03	9.14	29.77	0.26
01	11.75		Culvert									
01	11.5	Tr 5	2.60	250.60	251.53		251.60	0.003314	1.17	2.22	2.72	0.41
01	11.5	Tr 20	3.70	250.60	251.66		251.77	0.004339	1.42	2.60	2.81	0.47
01	11.5	Tr 50	4.40	250.60	251.72		251.85	0.005301	1.60	2.75	2.85	0.52
01	11.5	Tr 100	4.90	250.60	251.74		251.89	0.006199	1.75	2.81	2.86	0.56
01	11.5	Tr 200	5.40	250.60	251.44	251.44	251.82	0.019534	2.72	1.98	2.66	1.01
01	11.5	Tr 300	5.70	250.60	251.47	251.47	251.86	0.019530	2.76	2.06	2.68	1.00
01	11.5	Tr 500	6.10	250.60	251.51	251.51	251.91	0.019598	2.82	2.16	2.70	1.01
01	11	Tr 5	2.60	249.98	251.36	250.86	251.40	0.001983	0.95	2.80	81.05	0.35
01	11	Tr 20	3.70	249.98	251.46	251.00	251.52	0.002433	1.10	4.59	118.11	0.39
01	11	Tr 50	4.40	249.98	251.52	251.08	251.58	0.002263	1.10	6.47	131.75	0.38
01	11	Tr 100	4.90	249.98	251.57	251.14	251.62	0.001975	1.06	8.31	146.74	0.36
01	11	Tr 200	5.40	249.98	251.60	251.19	251.60	0.000168	0.31	41.90	153.55	0.11
01	11	Tr 300	5.70	249.98	251.62	251.21	251.62	0.000162	0.31	44.98	154.87	0.10
01	11	Tr 500	6.10	249.98	251.65	251.25	251.65	0.000144	0.30	49.02	154.91	0.10
01	10	Tr 5	2.70	249.34	251.34	249.90	251.36	0.000167	0.62	6.57	15.00	0.14
01	10	Tr 20	3.70	249.34	251.43	250.03	251.45	0.000246	0.78	7.91	15.00	0.17
01	10	Tr 50	4.40	249.34	251.48	250.11	251.51	0.000305	0.88	8.63	15.00	0.19
01	10	Tr 100	5.00	249.34	251.51	250.17	251.55	0.000357	0.96	9.17	15.00	0.21
01	10	Tr 200	5.50	249.34	251.53	250.23	251.58	0.000410	1.03	9.45	15.00	0.22
01	10	Tr 300	5.80	249.34	251.55	250.26	251.59	0.000436	1.07	9.70	15.00	0.23
01	10	Tr 500	6.20	249.34	251.57	250.30	251.62	0.000469	1.12	10.04	15.00	0.24
01	9.5		Culvert									
01	9	Tr 5	3.00	249.05	251.08	249.52	251.09	0.000277	0.47	7.31	10.00	0.11
01	9	Tr 20	4.20	249.05	251.19	249.63	251.20	0.000419	0.60	8.41	10.00	0.13
01	9	Tr 50	5.10	249.05	251.25	249.71	251.27	0.000530	0.69	9.07	10.00	0.15
01	9	Tr 100	5.70	249.05	251.29	249.77	251.32	0.000607	0.75	9.45	10.00	0.16
01	9	Tr 200	6.30	249.05	251.33	249.81	251.36	0.000677	0.80	9.86	10.00	0.17
01	9	Tr 300	6.70	249.05	251.35	249.85	251.38	0.000729	0.84	10.08	10.00	0.18
01	9	Tr 500	7.10	249.05	251.38	249.88	251.41	0.000778	0.87	10.30	10.00	0.18
01	8.5		Culvert									
01	8	Tr 5	3.00	248.07	248.83	248.78	249.04	0.013396	2.04	1.47	111.97	0.88
01	8	Tr 20	4.20	248.07	248.97	248.97	248.97	0.000002	0.02	129.22	113.69	0.01
01	8	Tr 50	5.10	248.07	248.97	248.97	248.97	0.000003	0.03	129.22	113.69	0.01
01	8	Tr 100	5.70	248.07	248.97	248.97	248.97	0.000004	0.03	129.22	113.69	0.02
01	8	Tr 200	6.30	248.07	248.97	248.97	248.97	0.000005	0.04	129.22	113.69	0.02
01	8	Tr 300	6.70	248.07	248.97	248.97	248.97	0.000006	0.04	129.22	113.69	0.02
01	8	Tr 500	7.10	248.07	248.97	248.97	248.97	0.000006	0.04	129.22	113.69	0.02
01	7	Tr 5	3.00	247.21	248.05	247.93	248.22	0.009813	1.82	1.65	136.90	0.75
01	7	Tr 20	4.20	247.21	248.31	248.08	248.46	0.006829	1.74	2.42	137.65	0.64
01	7	Tr 50	5.10	247.21	248.48	248.18	248.63	0.005757	1.71	2.98	138.86	0.60
01	7	Tr 100	5.70	247.21	248.23	248.23	248.58	0.016767	2.62	2.17	137.43	1.00
01	7	Tr 200	6.30	247.21	248.29	248.29	248.66	0.016674	2.69	2.34	137.59	1.00
01	7	Tr 300	6.70	247.21	248.33	248.33	248.70	0.016423	2.71	2.47	137.70	1.00
01	7	Tr 500	7.10	247.21	248.36	248.36	248.75	0.016348	2.75	2.58	137.80	1.00
01	6	Tr 5	3.00	245.80	247.15	246.53	247.24	0.004587	1.34	2.23	20.13	0.39
01	6	Tr 20	4.20	245.80	247.21	246.71	247.37	0.008074	1.80	2.33	21.64	0.51
01	6	Tr 50	5.10	245.80	247.25	246.83	247.48	0.010935	2.12	2.41	22.88	0.59
01	6	Tr 100	5.70	245.80	247.56	246.91	247.57	0.000553	0.51	17.10	29.63	0.13
01	6	Tr 200	6.30	245.80	247.57	246.98	247.58	0.000632	0.55	17.48	29.63	0.14
01	6	Tr 300	6.70	245.80	247.64	247.03	247.64	0.000519	0.51	19.41	29.63	0.13
01	6	Tr 500	7.10	245.80	247.71	247.07	247.71	0.000429	0.48	21.45	29.63	0.12
01	5.75		Bridge									
01	5.5	Tr 5	3.00	245.79	247.13	246.52	247.22	0.004747	1.36	2.20	19.40	0.39
01	5.5	Tr 20	4.20	245.79	247.15	246.70	247.33	0.008851	1.87	2.25	20.09	0.53
01	5.5	Tr 50	5.10	245.79	247.16	246.82	247.42	0.012920	2.26	2.26	20.23	0.65
01	5.5	Tr 100	5.70	245.79	247.15	246.90	247.48	0.016460	2.54	2.24	19.96	0.73
01	5.5	Tr 200	6.30	245.79	247.08	246.97	247.53	0.022982	2.96	2.13	18.15	0.87
01	5.5	Tr 300	6.70	245.79	247.02	247.02	247.58	0.029802	3.33	2.01	16.39	1.00
01	5.5	Tr 500	7.10	245.79	247.07	247.07	247.65	0.030212	3.39	2.10	17.70	1.00
01	5	Tr 5	3.00	245.66	247.18	246.38	247.18	0.000043	0.15	24.48	44.14	0.04
01	5	Tr 20	4.20	245.66	247.26	246.55	247.26	0.000066	0.19	26.86	49.33	0.05
01	5	Tr 50	5.10	245.66	247.32	246.67	247.32	0.000080	0.22	28.90	53.35	0.06
01	5	Tr 100	5.70	245.66	247.35	246.74	247.35	0.000089	0.23	30.26	55.84	0.06
01	5	Tr 200	6.30	245.66	247.38	246.82	247.38	0.000056	0.19	46.58	57.08	0.05
01	5	Tr 300	6.70	245.66	247.39	246.86	247.39	0.000061	0.20	47.10	57.08	0.05
01	5	Tr 500	7.10	245.66	247.39	246.91	247.40	0.000067	0.21	47.44	57.08	0.05

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: FOSSO RURA Reach: 01 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
01	4.75		Culvert									
01	4.5	Tr 5	3.00	245.50	246.22	246.22	246.56	0.024561	2.56	1.17	14.67	1.00
01	4.5	Tr 20	4.20	245.50	246.40	246.40	246.81	0.025640	2.83	1.48	33.36	1.00
01	4.5	Tr 50	5.10	245.50	246.51	246.51	246.98	0.026656	3.02	1.69	34.26	1.00
01	4.5	Tr 100	5.70	245.50	246.59	246.59	247.08	0.026881	3.11	1.84	34.87	1.00
01	4.5	Tr 200	6.30	245.50	246.66	246.66	247.18	0.027195	3.19	1.97	35.44	1.00
01	4.5	Tr 300	6.70	245.50	246.71	246.71	247.25	0.027378	3.25	2.06	35.82	1.00
01	4.5	Tr 500	7.10	245.50	246.75	246.75	247.31	0.027700	3.31	2.15	36.16	1.00
01	4	Tr 5	3.30	241.50	242.90	242.11	242.91	0.000329	0.52	11.70	36.06	0.16
01	4	Tr 20	4.60	241.50	242.94	242.24	242.95	0.000517	0.66	12.91	36.06	0.20
01	4	Tr 50	5.50	241.50	242.96	242.32	242.98	0.000635	0.74	13.82	36.06	0.22
01	4	Tr 100	6.20	241.50	242.99	242.38	243.01	0.000696	0.79	14.73	36.06	0.23
01	4	Tr 200	6.90	241.50	243.00	242.43	243.03	0.000779	0.84	15.37	36.06	0.24
01	4	Tr 300	7.30	241.50	243.01	242.48	243.04	0.000828	0.87	15.70	36.06	0.25
01	4	Tr 500	7.70	241.50	243.02	242.56	243.04	0.000905	0.91	15.82	36.06	0.26
01	3.5		Culvert									
01	3	Tr 5	3.30	240.61	241.84		241.98	0.007334	1.62	2.03	1.65	0.47
01	3	Tr 20	4.60	240.61	242.07		242.25	0.009353	1.91	2.41	1.65	0.51
01	3	Tr 50	5.50	240.61	242.20		242.42	0.010820	2.10	2.62	1.65	0.53
01	3	Tr 100	6.20	240.61	242.29		242.54	0.012026	2.24	2.77	1.65	0.55
01	3	Tr 200	6.90	240.61	242.39		242.67	0.012909	2.35	2.94	1.65	0.56
01	3	Tr 300	7.30	240.61	242.39		242.70	0.014495	2.49	2.93	1.65	0.60
01	3	Tr 500	7.70	240.61	242.42		242.76	0.015378	2.57	2.99	1.65	0.61
01	2	Tr 5	3.30	240.32	241.23	241.23	241.53	0.020230	2.45	1.35	16.42	1.01
01	2	Tr 20	4.60	240.32	241.39	241.39	241.75	0.019697	2.63	1.75	25.48	1.01
01	2	Tr 50	5.50	240.32	241.49	241.49	241.88	0.019407	2.73	2.01	31.95	1.01
01	2	Tr 100	6.20	240.32	241.57	241.57	241.97	0.019134	2.80	2.21	34.28	1.01
01	2	Tr 200	6.90	240.32	241.61	241.61	242.06	0.020328	2.94	2.35	35.75	1.04
01	2	Tr 300	7.30	240.32	241.86	241.86	242.09	0.017020	2.15	3.40	47.16	0.99
01	2	Tr 500	7.70	240.32	241.89	241.89	242.12	0.017250	2.09	3.68	49.47	1.00
01	1	Tr 5	3.30	237.62	239.89	238.21	239.90	0.000114	0.35	11.48	25.92	0.09
01	1	Tr 20	4.70	237.62	240.34	238.35	240.35	0.000054	0.28	26.91	40.98	0.06
01	1	Tr 50	5.70	237.62	240.59	238.44	240.60	0.000037	0.26	38.02	46.26	0.06
01	1	Tr 100	6.40	237.62	240.78	238.50	240.78	0.000028	0.24	46.58	46.26	0.05
01	1	Tr 200	7.00	237.62	240.94	238.54	240.94	0.000023	0.22	54.06	46.26	0.04
01	1	Tr 300	7.40	237.62	241.04	238.58	241.04	0.000021	0.22	58.52	46.26	0.04
01	1	Tr 500	7.90	237.62	241.16	238.61	241.16	0.000018	0.21	64.06	46.26	0.04
01	0.75		Bridge									
01	0.5	Tr 5	3.30	237.62	239.88		239.89	0.000117	0.35	11.17	24.87	0.09
01	0.5	Tr 20	4.70	237.62	240.30		240.31	0.000061	0.30	25.29	39.77	0.07
01	0.5	Tr 50	5.70	237.62	240.54		240.55	0.000043	0.27	35.64	46.26	0.06
01	0.5	Tr 100	6.40	237.62	240.72		240.72	0.000033	0.25	43.76	46.26	0.05
01	0.5	Tr 200	7.00	237.62	240.87		240.87	0.000027	0.24	50.71	46.26	0.05
01	0.5	Tr 300	7.40	237.62	240.95		240.96	0.000025	0.23	54.62	46.26	0.05
01	0.5	Tr 500	7.90	237.62	241.06		241.06	0.000022	0.23	59.57	46.26	0.04
01	0.10	Tr 5	40.00	237.33	239.00	239.00	239.55	0.011799	3.28	12.19	11.12	1.00
01	0.10	Tr 20	59.50	237.33	239.35	239.35	240.03	0.011288	3.66	16.27	12.01	1.00
01	0.10	Tr 50	71.70	237.33	239.54	239.54	240.30	0.011018	3.85	18.60	12.31	1.00
01	0.10	Tr 100	81.00	237.33	239.67	239.67	240.49	0.011060	4.01	20.18	12.49	1.01
01	0.10	Tr 200	89.30	237.33	239.79	239.79	240.65	0.010815	4.11	21.73	12.68	1.00
01	0.10	Tr 300	94.00	237.33	239.86	239.86	240.74	0.010798	4.17	22.52	12.77	1.00
01	0.10	Tr 500	100.00	237.33	239.93	239.93	240.85	0.010854	4.26	23.45	12.87	1.01